

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0406040-7 A**



(22) Data de Depósito: 21/10/2004
(43) Data de Publicação: **31/10/2006**
(RPI 1869)

(51) Int. Cl⁷ .:
A61K 7/42

(54) Título: COMPOSTOS CAPAZES DE ABSORVER RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, COMPOSIÇÕES CONTENDO OS MESMOS E PROCESSOS PARA SUA PREPARAÇÃO

(66) Dados da Prioridade Interna: PI0304630-3 21/10/2003

(71) Depositante(s): Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ (BR/RJ) , Fundação Universidade de Brasília (BR/DF) , União Brasileira de Educação e Cultura (BR/DF)

(72) Inventor(es): Luiz Antonio Soares Romeiro, Viviane Cândida da Silva, Maria Márcia Murta, Gouvan Cavalcante Magalhães, Lucio Paulo Lima Logrado, Maria Lucília dos Santos, Inês Sabioni Resck, Emeli de Araújo Moura, Sheila Garcia, Gisela Maria Dellamora-Ortiz, Alvaro Augusto da Costa Leitão, Célia Santos da Silva, Zaida Maria Faria de Freitas, Elisabete Pereira dos Santos

(74) Procurador: Bernardo Atem Francischetti

(57) Resumo: "COMPOSTOS CAPAZES DE ABSORVER RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, COMPOSIÇÕES CONTENDO OS MESMOS E PROCESSOS PARA SUA PREPARAÇÃO". A presente invenção trata de moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta obtidas a partir de modificações no líquido da castanha de caju; são também descritas composições destinadas à proteção de superfícies e processos químicos para a produção das referidas moléculas.

Relatório Descritivo

COMPOSTOS CAPAZES DE ABSORVER RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA, COMPOSIÇÕES CONTENDO OS MESMOS E PROCESSOS PARA SUA PREPARAÇÃO

5 Campo da Invenção

A presente invenção é relacionada a compostos capazes de absorver radiação ultravioleta, mais especificamente derivados fenólicos não-isoprenóides que podem ser obtidos a partir do líquido da casca de castanha de caju. São descritos seu uso em composições diversas e também processos de obtenção dos mesmos.

Antecedentes da Invenção

O Sol emite amplo espectro de radiação eletromagnética, o qual é transmitido através do espaço na forma de ondas. De maneira geral, a composição do espectro solar na superfície terrestre é de aproximadamente 10% de radiação ultravioleta (290-400 nm), 49% de luz visível (400-760 nm) e 45% de radiação infravermelha (760-3000 nm). Apesar de pequena, a parcela de radiação ultravioleta é responsável por 99% dos efeitos indesejáveis da luz solar incidente sobre a superfície da Terra. De acordo com suas propriedades físicas e efeitos biológicos, a faixa de radiação ultravioleta (200-400 nm) pode ser dividida em sub-regiões: UV-C (200-280 nm), UV-B (280-320 nm) e UV-A (320-400 nm), sendo esta última ainda subdividida em UV-AI (320-360 nm) e UV-AII (360-400 nm).

As substâncias diferem em suas tendências de absorver luz de um dado comprimento de onda, em função da estrutura das espécies químicas envolvidas e dos diferentes níveis de energia de seus elétrons. As moléculas de oxigênio não absorvem radiação na faixa visível do espectro eletromagnético (400-760 nm), mas tendem a absorver radiação na faixa do ultravioleta (UV) entre 125-175 nm, com o máximo de absorção ocorrendo aproximadamente a 140 nm. Neste contexto, a presença de oxigênio molecular

na estratosfera e acima desta é responsável pela absorção da luz solar na faixa do UV de 120-200 nm, enquanto que a radiação na faixa de 220-320 nm é absorvida por moléculas de ozônio (O_3), que se encontram espalhadas na região média e inferior da estratosfera. Atuando sinergisticamente as moléculas de O_2 e O_3 absorvem toda a radiação ultravioleta na faixa de 220-290 nm, que superpõe a região de 200-280 nm, conhecida como UV-C. Embora, moléculas de O_3 possam absorver radiações na faixa do UV-B (280-320 nm), sua capacidade é limitada nesta faixa de radiação, sendo dependente da latitude, possibilitando ca. 10 a 30% deste tipo de radiação atingir a superfície da Terra.

10 Desta forma, a camada de ozônio não é completamente efetiva na proteção dos seres vivos com relação à radiação UV-B, uma vez que a absorção pelo O_3 falha de maneira quase exponencial para esta faixa de radiação. A redução da concentração de ozônio estratosférico permite que uma maior quantidade de luz UV-B alcance a superfície da Terra, cujo decréscimo de 1% nesta camada

15 de proteção natural resulta num aumento de cerca de 2% na intensidade de radiação no nível fundamental.

Dos raios UV que atingem a Terra, 95% são UV-A e apenas 5% são UV-B. Os raios UV-B são mais intensos no verão entre 11 e 15 horas e, face à sua energia, penetram na derme (camada superficial da pele) resultando em

20 consequências biológicas como queimaduras à pele humana, cuja superexposição pode levar a cânceres de pele, sem considerar os efeitos sobre o sistema imunológico e o crescimento de algumas plantas e animais. A partir da variação dos comprimentos de onda na região do UV-B, constatou-se que o efeito mais prejudicial ocorre na absorção de luz de cerca de 300 nm,

25 responsável pela maioria dos carcinomas de pele, cuja incidência de melanomas malignos está relacionada a curtos períodos de exposição à luz UV de alta energia, particularmente em populações com menor conteúdo de melanina.

Considerando a faixa menos energética da região ultravioleta (UV-A),

30 nem moléculas de ozônio ou qualquer constituinte da atmosfera não poluída absorve de forma significativa à radiação nesta região (320-400 nm). A maioria

deste tipo de radiação UV ultrapassa as barreiras naturais de absorção e atinge a superfície terrestre. Os raios UV-A estão presentes durante todos os dias do ano, o dia todo, sendo perigosos tanto no verão quanto no inverno. Particularmente esta radiação não queima nem deixa áreas vermelhas, mas está relacionada ao envelhecimento da pele, cujo efeito cumulativo provoca manchas e rugas com o passar dos anos. Recentemente descobriu-se que os raios UV-A abrem caminho para os UV-B, potencializando sua ação no surgimento de quadros cancerosos. (Veiga, A., **2002**, Salve sua pele, Revista Época, 237: 84-91).

10 A queimadura solar consiste na inflamação cutânea experimentada pela maioria das pessoas em virtude da exposição aguda à radiação solar, sendo caracterizada pelo rubor, dor ou hipersensibilidade, edema e, em casos extremos, pela formação de bolhas e o desprendimento de pele. A reação eritematosa é transitória, geralmente manifestando-se num espaço de tempo que vai de alguns
15 minutos ou horas após a exposição, atingindo seu máximo em 12 ou 14 horas e persistindo por vários dias. A intensidade dessa resposta depende da sensibilidade ao Sol apresentada pela pele de cada indivíduo e da quantidade de energia absorvida. A agressão do Sol à pele não se limita à queimadura solar, sendo cumulativa e, provavelmente, irreversível, podendo produzir alterações das
20 fibras colágenas e elásticas, bem como alguma perda de tecido adiposo subcutâneo. Este processo de envelhecimento prematuro continua quando, com o avançar da idade, há um aumento da exposição à radiação solar.

Trabalhos desenvolvidos por Epstein (J. Am. Acad. Dermatol. **1983**, 9: 487-504) sobre patologias de pele induzidas pela luz e.g. degeneração
25 cutânea, fotossensibilização e fototoxicidade, como também sobre doenças cutâneas induzidas pela luz UV e.g. enrugamento, atrofia e queratose actínica, relatam que, mesmo com evidências de formação benigna de placas de queratose, a elastose actínica é vista como uma condição pré-cancerosa merecendo atenção quanto ao diagnóstico. Dos vários tipos de cânceres de
30 pele, somente o carcinoma de células escamosas foi evidenciado em estudos com animais expostos à luz UV, sendo este tipo de malignidade encontrada na

face de indivíduos de pele branca (caucasianos), corroborando os estudos em ratos. Entretanto, nenhuma evidência quanto ao impacto da luz sobre o carcinoma basocelular foi constatada, ainda que seu tipo de distribuição *i.e.* cabeça, pescoço e mãos, pareça indicar a participação de indução pela luz

5 (Cancer of the skin. American Academy of Dermatology, Evanston, IL, 1985).

O espectro de ação relacionado a carcinogênese parece coincidir com o do eritema *i.e.* 290-320 nm (Pathak, M. A., J. Am. Acad. Dermatol. **1982**, 7: 285-311), havendo evidências de que a exposição à UV-A possa predispor aos efeitos adversos do UV-B (Strickland, P.T., J. Invest. Dermatol. **1986**, 87: 272-

10 275). Entre os relatos da literatura aceita-se que a luz UV não somente reduz o número bem como lesa as células de Largerhans (LC) epidérmicas impedindo-as de reconhecer o hapteno e estimular a via efetora da resposta imune (Delo, V. A., Dawes, L. & Jackson, R., J. Invest. Dermatol. **1981**, 76: 330-331; Nussbaum, B. P., Edwards, E. K., Horwitz, S. N. & Frost, P., Ach Dermatol.,

15 **1983**, 119: 117-121). Adicionalmente, postulou-se que a radiação UV-B determina a formação de linfócitos T supressores que interferem na rejeição de cânceres cutâneos induzidos por essa radiação, indicando que a luz UV não somente lesa o DNA da pele, mas interfere na sua capacidade de destruir esta lesão através do sistema imunológico. Outros efeitos indesejáveis da exposição

20 à luz UV estão relacionados à formação, *in vivo*, da enzima *ornitina descarboxilase* (ODC) em camundongos (Kligman L. H. & Kaidbey, K. H., Photochem Photobiol. **1986**, 43: 649-654), a qual participa na formação de poliaminas, responsáveis pela indução da proliferação celular, bem como na liberação de histamina *via* indução das células de ascite de Ehrlich, ativadas

25 pela irradiação da feomelanina pela luz UV-A (Ranadive N. S., Shirwadkar, S., Persad, S. & Menon, I. A., J. Invest. Dermatol. **1986**, 86:303-307).

Quanto aos processos de interação luz-moléculas, a absorção de energia, cujo comprimento de onda corresponde à região do visível ou ultravioleta, geralmente resulta da excitação de ligações de elétrons ligantes,

30 conseqüentemente, o comprimento de onda do pico de absorção pode ser correlacionado com o tipo de ligação nas espécies em estudo (Skoog, D. A.,

- Holler, F. J., Nieman, T. A., **1998**, Principles of instrumental analysis, 5ª ed., Saunders, College Publishing, USA). Os elétrons numa molécula podem ser classificados em três tipos diferentes: a) elétrons em ligação covalente (ligação σ) são fortemente ligados, e para excitá-los é necessária radiação de alta
- 5 energia (pequeno comprimento de onda); b) elétrons ligados a átomos como os de cloro e oxigênio, por um par isolado são não ligantes (n) e podem ser excitados com energia menor (comprimento de onda maior) que os elétrons ligantes; c) elétrons em ligações duplas ou triplas (elétrons π) podem ser excitados com relativa facilidade. Nas moléculas que têm ligações duplas
- 10 alternadas (sistemas conjugados), os elétrons π estão deslocalizados e exigem menos energia para excitação, de modo que a absorção se desloca para os comprimentos de onda maiores (Jeffery, G. H., Bassett, J., Mendham, J., Denney, R. C., Vogel, A., **1992** Análise Química Quantitativa, 5ª ed., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro).
- 15 Todos os compostos orgânicos são capazes de absorver radiação eletromagnética porque todos contêm elétrons de valência que podem ser excitados para níveis de energia mais altos. A absorção de radiação ultravioleta e visível na região de maior comprimento de onda é restrita a um número limitado de grupos funcionais (chamados cromóforos) que contêm elétrons de
- 20 valência com energia de excitação relativamente baixa. (Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., **1998**, Principles of instrumental analysis, 5ª ed., Saunders, College Publishing, USA). Estes grupos contêm invariavelmente ligações duplas ou triplas e incluem grupos nitro e nitroso, o grupo azo e os grupos carbonila e tiocarbonila. Se houver conjugação do cromóforo com a mesma
- 25 espécie, ou de espécie diferente, uma nova banda de absorção aparecerá num comprimento de onda maior (Jeffery, G. H., Bassett, J., Mendham, J., Denney, R. C., Vogel, A., **1992** Análise Química Quantitativa, 5ª ed., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro). A absorção de uma dada molécula pode também ser realçada pela presença de grupos denominados auxocromos e.g. OH, NH₂,
- 30 CH₃ e NO₂, os quais não absorvem significativamente na região do ultravioleta, mas que têm efeito profundo sobre a absorção da molécula a qual estão

ligados. Os substituintes auxocromos têm pelo menos um par de elétrons não-ligantes “n” capaz de interagir com elétrons π de um anel benzênico, por exemplo. Esta interação tem o efeito de estabilizar o estado π^* , baixando sua energia, resultando em um deslocamento batocrômico *i.e.* deslocando os

5 máximos de absorção para os comprimentos de onda maiores (Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., **1998**, Principles of instrumental analysis, 5ª ed., Saunders, College Publishing, USA; Jeffery, G. H., Bassett, J., Mendham, J., Denney, R. C., Vogel, A., **1992** Análise Química Quantitativa, 5ª ed., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro). O efeito inverso, ou seja, o deslocamento

10 do máximo de absorção para comprimentos de ondas menores *i.e.* efeito hipsocrômico, está relacionado, geralmente, a substituições ou efeito do solvente.

A absorção é tratada quantitativamente pela lei de Lambert-Beer, a qual infere sobre a fração de luz monocromática transmitida através de um sistema

15 absorvente e é expressa através da relação:

$$I_t/I_o = 10^{\epsilon bc} = e^{\epsilon bc}$$

ou

$$A = -\log T = \log P_o/P = \epsilon bc$$

onde I_t e I_o são as intensidades da luz itransmitida e incidente,

20 respectivamente, A é absorbância, c é a concentração do absorvente, b é o caminho ótico do absorvente (cm), através do qual o feixe de luz passa, e ϵ é o coeficiente de absorção. De acordo com esta lei, a concentração c de um analito absorvente está linearmente relacionado com a absorbância (Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., **1998**, Principles of instrumental analysis, 5ª ed.,

25 Saunders, College Publishing, USA; Wayne, C. E., Wayne, R. P., **1996** Photochemistry, Oxford Chemistry Primers, N° 39, New York). As absortividades molares (ϵ) podem variar entre zero a 10^5 e são observadas na absorção molecular da luz visível ou ultravioleta, cujas transições permitidas apresentam bandas com forte absorção ($\epsilon_{\text{máx.}} = 10^4$ a 10^5), assim como picos

30 com absortividade molar menor que 10^3 são classificados como sendo de baixa

intensidade, sendo resultantes de transições proibidas ((Skoog, D. A., Holler, F. J., Nieman, T. A., **1998**, Principles of instrumental analysis, 5ª ed., Saunders, College Publishing, USA).

5 A proteção contra a luz UV está relacionada à redução de exposição aos raios UV, e pode ser obtida pela aplicação de protetores solares. Os protetores solares disponíveis comercialmente baseiam-se em dois princípios: espalhamento ou absorção da radiação, correspondendo a duas categorias de agentes protetores: inorgânicos e orgânicos, respectivamente.

10 Os protetores solares inorgânicos são conhecidos como físicos, minerais, insolúveis, naturais ou não químicos. Durante a última década os protetores solares inorgânicos têm sido usados com mais frequência em atividades ao Sol e diariamente como fotoprotetores. Isto se deve em parte à sua segurança e eficácia, particularmente como bloqueadores de UV-A. Os tipos mais usados são o dióxido de titânio (TiO_2) e o óxido de zinco (ZnO).
15 Esses compostos existem como pó branco, sem cheiro e são suficientemente opacos para refletir e espalhar a radiação incidente. O tamanho das partículas é de aproximadamente $0,20 \mu\text{m}$ ou menor, em que cada partícula tem espalhamento máximo de luz visível de acordo com seu tamanho (Gasparro, P. F., Mitchnick, M., Nash, F., Photochem. Photobiol. **1998**, 68: (3) 243-256)

20 Os protetores solares orgânicos são referidos como solúveis ou químicos e possuem similaridade estrutural quanto à presença de compostos aromáticos substituídos com alto grau de conjugação. Para entender como os protetores solares orgânicos funcionam deve-se compreender como as moléculas interagem com a luz. A absorção da luz pela molécula está associada com a parte de sua estrutura chamada cromóforo. Para moléculas
25 orgânicas, o cromóforo responsável pela absorção de luz UV está geralmente associado a deslocalização de elétrons π em sistemas conjugados. Em geral, quando uma molécula absorve um fóton cuja energia é suficientemente alta, um elétron é promovido de um nível de energia mais baixo para um nível de energia mais alto e a molécula é dita ir do seu estado fundamental para seu
30 estado excitado. O estado mais comum para uma molécula orgânica é o

primeiro estado excitado singlete, no qual o elétron promovido possui spin emparelhado. No estado excitado, a molécula possui vários caminhos para perder esta energia: a) a molécula pode emitir um fóton e retornar ao estado fundamental (fluorescência); b) a molécula pode retornar ao estado
5 fundamental pela emissão de energia térmica através de uma série de transições vibracionais (relaxação vibracional ou decaimento não radioativo); c) a molécula pode sofrer algum tipo de reação no estado excitado; d) a molécula pode converter sua energia a um estado excitado de menor energia, estado tripleto, no qual os elétrons estão desemparelhados. Este estado excitado pode
10 retornar ao estado fundamental por processos radioativos (fosforescência) ou não radioativos (decaimento vibracional) ou sofrer reações fotoquímicas. O caminho a ser escolhido depende da velocidade relativa de cada processo, sendo favorecido aquele que apresentar maior velocidade, a qual depende da natureza do cromóforo e da estrutura da molécula em questão (Kimbrough, D.
15 R., J. Chem. Ed., **1997**, 74: (1) 51-53).

De maneira geral, esses agentes fotoabsorventes funcionam absorvendo radiação na região UV, seguida de relaxação vibracional muito rápida ao estado fundamental. Uma vez no estado fundamental essas moléculas podem absorver outro fóton de luz, repetindo o processo e, com isso, proteger a pele
20 da radiação UV. Qualquer molécula cuja relaxação vibracional ao estado fundamental consiste no caminho mais rápido de distribuição de energia do estado excitado pode atuar como protetor solar (Kimbrough, D. R., J. Chem. Ed., **1997**, 74: (1) 51-53).

Entre os principais protetores solares orgânicos comumente utilizados
25 em formulações comerciais encontram-se os derivados do ácido *p*-aminobenzóico (PABA) e.g. *p*-hidróxiopropilaminobenzoato de etila, *p*-aminobenzoato de glicerila, *p*-dimetilaminobenzoato de 2-etilexila; *salicilatos* e.g. benzoato de 3,3,5-trimetil-2-hidróxicicloexila (homosalato), salicilato de 2-etilexila, salicilato de trietilamina; *cinamatos* e.g. *p*-metóxicinamato de
30 dietanolamina, *p*-metóxicinamato de 2-etilexila (parsol MCX[®]); *benzofenonas* e.g. benzoaresorcinol (benzofenona-1), 3,2',4,4'- tetraidroxibenzofenona

(benzofenona-2), oxibenzona (benzofenona-3), sulisobenzona (benzofenona-4), 2,2'-diidroxí-4,4'-dimetóxi-benzofenona (benzofenona-6), dioxibenzona (benzofenona-8), octabenzona (benzofenona-12); *antranilatos* e.g. antranilato de mentila; *acrilatos* e.g. 2-ciano-3,3-difenilacrilato de 2-etilexila (octocrileno), 2-ciano-3,3-difenil acrilato de etila (etocrileno); 1,3 *dionas* e.g. 1-(4-isopropilfenil)-3-fenilpropano-1,3-diona, 1-(4-terbutilfenil)-3-(4-metóxi-fenil)propano-1,3-diona; e outros e.g. ácido 2-fenilbenzimidazola-5-sulfônico, 3-(4-metilbenzilideno)-d-1-cânfora.

Uma abordagem mais aprofundada sobre protetores solares pode ser encontrada em Nicholas J. Lowe, Nadim A. Shaath & Madhu A. Pathak: *Sunscreens Development, Evaluation and Regulatory Aspects* (Marcell Dekker, Inc., New York, 1997), no qual são explorados tópicos relativos à evolução, aspectos fotobiológicos, regulatórios, bem como às relações entre a estrutura química e a atividade biológica de produtos utilizados como protetores solares.

A eficácia de um protetor solar é descrita pelo fator de proteção solar (FPS), o qual é definido como a dose de energia requerida para produzir um eritema mínimo (queimadura) na pele protegida, Tpp, dividido pela energia UV requerida para produzir um eritema mínimo na pele desprotegida, Tpd:

$$\text{FPS} = \text{Tpp/Tpd}$$

cuja dose pode ser medida em intensidade de luz ou em tempo de exposição.

Para obtenção de fatores de proteção altos há dois caminhos possíveis:
a) aquele onde é aumentada a concentração do ingrediente foto-absorvente ativo, para o qual, de acordo com a lei de Beer, quanto maior a concentração maior o número de fótons absorvidos. Entretanto, concentrações elevadas podem ser irritantes à pele.

b) consiste na combinação de duas ou mais substâncias na formulação, sendo o mais utilizado para aumentar o FPS (Kimbrough, D. R., J. Chem. Ed., 1997, 74: (1) 51-53).

Pesquisas têm revelado que o uso de protetores solares que bloqueiam especificamente UV-B, mas não UV-A, podem levar a um aumento de indivíduos com câncer de pele, uma vez que o uso do protetor permite às

5 pessoas uma maior exposição de suas peles à luz do Sol, por um período prolongado sem queimaduras, ocasionando um aumento de 1-2% dos casos de câncer do tipo maligno para cada 1% de redução na concentração de ozônio. Estudos sobre a incidência de radiação UV de acordo com a latitude e a depleção da camada de ozônio, envolvendo habitantes de vários continentes, tem revelado um aumento significativo de carcinomas celulares basais, células escamosas e cataratas, além da supressão de sistemas imunológicos de humanos, resultando no aumento de doenças infecciosas. Cabe ressaltar que outros sistemas biológicos têm sido alterados como à interferência na eficiência fotossintética de plantas, pela menor produção de folhas, flores e sementes; no desequilíbrio da cadeia alimentar marinha pela destruição dos fitoplânctons próximos à superfície.

15 A necessidade da elaboração de novos filtros solares torna-se clara frente às estatísticas que mostram um aumento no número de problemas graves, ocasionados pela exposição prolongada aos raios solares. Assim sendo, a presente invenção visa, em um primeiro aspecto, proporcionar novas substâncias fotoprotetoras. Entretanto, a presente invenção não se aplica apenas a produtos cosméticos, mas sim a qualquer composição cujo intuito seja proteger algum objeto ou superfície, como por exemplo a pele, tintas, plásticos, dos danos causados pela exposição a raios ultravioletas. Conforme 20 será demonstrado adiante com mais detalhes, os novos compostos fotoprotetores da presente invenção são obtidos a partir do líquido da castanha de caju.

A família das Anacardiáceas, à qual pertence o cajueiro, envolve o 25 gênero *Anacardium* com várias espécies diferentes, onde a espécie *Anacardium occidentale* L. constitui a variedade mais comum, originária do Nordeste brasileiro e cultivada em muitas regiões equatoriais e sub-equatoriais do mundo (Peixoto, A., **1960**, *Caju - Produtos Rurais*. Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro; Johnson, D. V., **1974**, *O Caju do Nordeste do Brasil - Um Estudo Geográfico*. Tradução de José Alexandre Robatto Orrico, *ETENE/BNB*; Alvim Júnior, F., Andrade, M. E., **1985**, *O caju*

que um dia foi brasileiro, *Ciência Hoje*, 3, 67-72; Martinez, M. A.; Barrera, P., 1992 *Caju - Uma planta de mil utilidades*, Ed. Ícone, São Paulo; ETENE/BNB, 1973, *Agroindústria do Caju no Nordeste - Situação atual e perspectivas*). O interesse no cultivo do cajueiro inicialmente objetivou o processamento do pedúnculo para industrialização do suco, rico em açúcares, sais minerais, proteínas, vitamina C e taninos, envolvendo ainda a amêndoa, rica em proteínas e componentes graxos. Somente mais tarde, o subproduto do processamento da castanha, o líquido da castanha de caju (LCC), passou a ser utilizado como matéria-prima na fabricação de inseticidas, germicidas, anti-oxidantes, isolantes térmicos, material de atrito, plastificantes, tensoativos, tintas, vernizes (Aggarwal, J. S., 1975, *Journal of the Colour Society*, p. 1-9; Ramaiah, M. S., 1976, *Fette-Seifen-Anstrichmittel*, 78, 472-477; Attanasi, O., Serra-Zanetti, F., Perdomi, F., Scagliarini, A., 1979, *La Chimica & L'Industria*, 61, 718-725). Recentemente, o LCC tem sido utilizado como aditivo para combustíveis e lubrificantes (Pesquisas FUNCAP – Revista de Ciência e Tecnologia, Fortaleza, setembro, número 2, pp 14-18, 1999). O LCC é um óleo viscoso, vermelho, acre, cáustico e inflamável, encontrado nos alvéolos do mesocarpo da castanha do caju, compreendendo 25% do peso do fruto, *in natura*, sendo uma das fontes mais ricas de lipídeos fenólicos: ácidos anacárdicos, cardóis, cardanóis e metilcardóis. Apenas seis países, Brasil, Índia, Madagascar, Moçambique, Quênia e Tanzânia, destacam-se de modo significativo na produção e exploração comercial da castanha de caju. A fração insaturada é uma mistura de compostos com uma, duas ou três insaturações não conjugadas, de configuração *cis*, que se localizam nos carbonos 8', 11' e 14', respectivamente. A importância industrial do LCC pode ser avaliada pela existência de centenas de patentes internacionais e trabalhos publicados, envolvendo a caracterização e utilização desta matéria prima, a qual recentemente tem sido utilizada como fonte de pesquisas no Brasil (Santos, M. L. & Magalhães, G. C. de, 1999, *J. Braz. Chem. Soc.*, 10, 13-20; Santos, M. L. dos, 1997, Contribuição ao aproveitamento de matérias-primas abundantes no país em síntese orgânica - Síntese da Lasiodiplodina a partir do LCC. Tese de

Doutorado, UnB, 1997; Silva, G. R. da, Santos, M. L. dos, Romeiro, L. A. S. & Resck, I. S., 2000, 23^a Reunião da Sociedade Brasileira de Química, Resumos SBQ - QO – 105).

Do ponto de vista químico, o LCC configura-se como uma matéria-prima versátil a uma série de transformações químicas, devido à natureza dualística de seus constituintes lipídicos e fenólicos, incluindo-se o caráter aromático e acíclico, associado à existência de diversos grupos funcionais no anel aromático e presença de múltiplas insaturações na cadeia acíclica. A natureza química dos constituintes do LCC, no tocante à facilidade de sua obtenção e o domínio de algumas transformações químicas na estrutura de alguns dos seus constituintes fenólicos descritas na literatura, conduziu à elaboração desta proposta que visa à exploração do seu potencial como matéria-prima na síntese de novos agentes protetores contra a radiação solar.

15 **Sumário da invenção**

É um objeto da presente invenção proporcionar alternativas às moléculas fotoprotetoras atualmente disponíveis.

É um outro objeto da presente invenção proporcionar o uso de derivados de moléculas oriundas de espécies do gênero *Anacardium*, como moléculas fotoprotetoras para conferir proteção contra raios ultravioletas de comprimento de onda na faixa dos raios UVA e/ou UVB. Mais especificamente, algumas moléculas da presente invenção são capazes de absorver simultaneamente raios UVA e UVB.

É um adicional objeto da presente invenção proporcionar novas composições contendo tais moléculas e seu uso como meio de proteger o objeto ou superfície cuja exposição a radiações UV é prejudicial.

É ainda um outro objeto da presente invenção proporcionar processos químicos de produção das moléculas da presente invenção.

30 **Breve descrição das figuras**

A Figura 1 mostra a resposta não fototóxica para V36 no teste de fototoxicidade *in vitro*.

A Figura 2 mostra a resposta fototóxica para 8-metoxipsoraleno no teste de fototoxicidade *in vitro*.

5 A Figura 3 mostra o teste de fototoxicidade *in vivo*: resposta em cobaio – no lado esquerdo aplicação da substância V32, e no lado direito 8-metoxipsoraleno; sendo a região inferior do dorso irradiada.

A Figura 4 mostra a resposta não irritante em coelho albino para a substância V33.

10

Descrição Detalhada da Invenção

Tendo feito uma breve referência aos objetos da presente invenção, passaremos agora a descrevê-la em seus detalhes, usando, sempre que oportuno, as concretizações preferenciais da invenção.

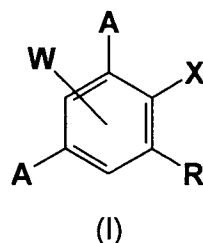
15 Esta invenção tem como uma das características inovadoras a síntese de agentes fotoprotetores correspondentes às fórmulas (I), (II) e (III). Estas moléculas são derivadas do LCC e planejadas racionalmente como protetores solares. Estes derivados apresentam como principais características estruturais os padrões cromofóricos fotoabsorvedores encontrados em ésteres aromáticos,
20 cinâmicos, sulfônicos, bem como arilcetonas conjugadas, necessários à atividade fotoprotetora, aliada à subunidade hidrofóbica natural, reconhecida pela cadeia alquílica dos derivados fenólicos do LCC.

A utilização deste padrão estrutural para protetores solares não foi relatada anteriormente, e, portanto, os compostos descritos nesta invenção e
25 sua metodologia sintética representam uma inovação entre os agentes fotoprotetores orgânicos.

Adicionalmente, os compostos da presente invenção conjugam, em uma única estrutura, diferentes cromóforos fotoabsorvedores, proporcionando relevante redução dos custos de síntese em relação às moléculas isoladas
30 encontradas na literatura e no mercado.

Os novos compostos de que trata esta invenção pertencem à classe dos derivados fenólicos do Líquido da Casca da Castanha de Caju e.g. ácidos anacárdicos, cardanóis, cardóis, metilcardóis, seus homólogos e isósteros, de estrutura geral (I):

5



onde R é alquila, alquênica, octila, pentadecila, 1-[(E)-1-pentadecenila, 1-[(Z)-8-pentadecenila, 1-[(8Z,11Z)-8,11-pentadecadienila, 1-[(8Z,11Z)-8,11,14-pentadecatrienila, cicloalquila, alquilalcóxila, cicloalquilalcóxila, alquiltioxila, alquilsulfonas, alquilsulfetos, alquilsulfóxidos, alquilsulfonatos, alquilsulfonamidas, alquilamino, alquilamido, alquilhaletos, alquilcarboalcóxila, alquilcarbotoalcóxila, alquiltrihaloalcano, alquilciano, nitroalquila, azidoalquila, 15 alcóxila, ciclolalcóxila, tioxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcóxila, carbotoalcóxila, trihaloalcano, ciano, nitro ou azido.

X é hidrogênio, alquilcarboxila, alquênilcarboxila, alquilcarboxilato, alquênilcarboxilato, carbotoato, carboalcóxila, carboxamida, ácido (E)-2-propenóico, ácido (2E,4E)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (E)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1E,3E)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou seus ésteres alquílicos, fenílicos, benzílicos, fenetílicos ou cinâmicos, lactonas, amidas, lactamas e imidas, W-benzoil;

A é hidrogênio ou R₁O

25 R₁ é hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, W-cinamoil, crotil, W-benzoil, alcóxila, cicloalcóxila,

tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

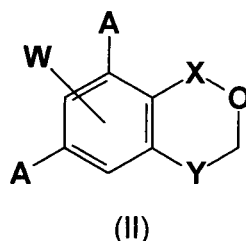
- W** é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil, *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloxicinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-cicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloxicinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-cicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro,

para-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alcóilóibenzoil, *para*-4-alcóibenzoil, *para*-4-metóibenzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alcóilóicinamoil ou *para*-4-metóicinamoil, *para*-3-(4-metóifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il.

10

Os compostos de que trata esta invenção também pertencem à classe dos derivados fenólicos do Líquido da Casca da Castanha de Caju e.g. ácidos anacárdicos, cardanóis, cardóis, metilcardóis, seus homólogos e isósteros, de estrutura geral (II)

15



onde Y é C₁-C₈ alquil opcionalmente substituído com uma carbonila, C₁-C₈ alquenil opcionalmente substituído com uma carbonila; 8-(1-octanol), 8-(E)-7-octen-1-ol, 8-(E)-6-ceto-7-octen-1-ol.

X é carbonila, alquilcarboxila, alquenicarboxila, (E)-2-propenóico, ácido (2E,4E)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (E)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1E,3E)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou suas lactonas com a cadeia lateral Y;

25 A é hidrogênio ou R₁O

R₁ é hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, W-cinamoil, crotil, W-benzoil, alcóxila, cicloalcóxila,

tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

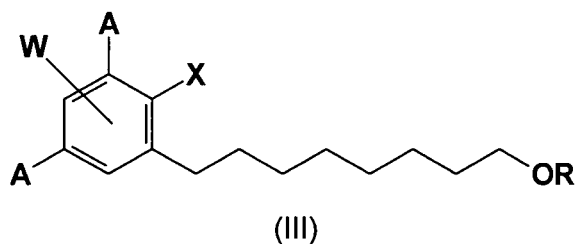
- W** é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil, *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloxicinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-cicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloxicinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-cicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro,

para-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóibenzoil, *para*-4-alcóibenzoil, *para*-4-metóibenzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alquilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il.

10

Os compostos de que trata esta invenção também pertencem à classe dos derivados fenólicos do Líquido da Casca da Castanha de Caju e.g. ácidos anacárdicos, cardanóis, cardóis, metilcardóis, seus homólogos e isósteros, de estrutura geral (III):

15



onde **X** é hidrogênio, alquilcarboxila, alquenilcarboxila, alquilcarboxilato, alquenilcarboxilato, carbotioato, carboalcoxila, carboxamida, ácido (*E*)-2-propenóico, ácido (2*E*,4*E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1*E*,3*E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou seus ésteres alquílicos, fenílicos, benzílicos, fenetílicos ou cinâmicos, lactonas, amidas, lactamas e imidas, **W**-benzoil; e

25 **A** é hidrogênio ou R1O

R e **R**₁ são, independentemente hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, **W**-cinamoil, crotil, **W**-

benzoil, alcoxila, clicloalcoxila, tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

- W** é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil, *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquilocinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquilocinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-

125

carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro, *para*-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alkilóxi benzoil, *para*-4-alcóxi benzoil, *para*-4-metóxi benzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alkilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxi fenil)-3-oxo-
 5 propanoil, *para*-3-(4-alcóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2H-
 10 benzo[d][1,2,3]triazol-2-il.

Os compostos de fórmula (I), (II), (III), foram obtidos em bons a excelentes rendimentos químicos, empregando-se metodologia sintética aqui descrita. Esta metodologia de síntese se caracteriza por apresentar poucas etapas, com elevados rendimentos e utilizando como ponto de partida
 15 compostos comercialmente disponíveis, o que qualifica esta metodologia sintética para utilização industrial.

Os compostos da presente invenção foram planejados através de sínteses convergentes, utilizando reações clássicas como:

- O-alkilação
- 20 - O-esterificação/ Lactonização;
- C-acilação *via* enolatos
- Esterificação de FISCHER
- Condensação de KNOEVENAGEL
- Condensação de DOEBNER
- 25 - Ozonólise;
- Hidrogenação catalítica com Pd/C;
- Oxidação;
- Acilação de FRIEDEL-CRAFTS;
- Rearranjo de FRIES;
- 30 - Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN
- Reação de GRIGNARD;

- Formilação;
- Sulfonação;

Mais especificamente, os compostos de fórmula (I) da presente invenção
5 podem ser preparados por um processo que compreende as etapas de:

- Esterificação ou eterificação das hidroxilas fenólicas dos cardóis saturados e insaturados;
- Hidrogenação catalisada com Pd/C;
- Formilação com cianeto de zinco [Zn(CN₂)] em THF/éter etílico com
10 borbulhamento de HCl gasoso (*J. Braz. Chem Soc.* 10 (1): 13-20, 1999);
- Oxidação seletiva ao ácido correspondente com clorito de sódio;
- Esterificação de FISCHER;
- Condesação de DOEBNER do aldeído com ácido malônico e seus
15 ésteres derivados em piridina catalisada por piperidina;
- Rearranjo de FRIES de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN de derivados O-acilados e.g
20 O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de C-acilação, *via* enolatos, de derivados acetofenônicos com haletos de benzoíla e cinamoíla W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de FRIEDEL-CRAFTS dos O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- Reação de GRIGNARD com haletos de ácidos misto e haletos de
25 fenilmagnésio;

30

Mais especificamente, os compostos de fórmula (II) da presente invenção podem ser preparados por um processo que compreende as etapas de:

- 5 - Esterificação ou eterificação das hidroxilas fenólicas dos cardóis saturados e insaturados do LCC;
- Ozonólise;
- Redução com NaBH_4 ;
- Reação de GATTERMANN - Formilação com cianeto de zinco [$\text{Zn}(\text{CN}_2)$] em THF/éter etílico com borbulhamento de HCl gasoso (*J. Braz. Chem Soc.* 10 (1): 13-20, 1999);
- 10 - Oxidação seletiva ao ácido correspondente com clorito de sódio;
- Esterificação de FISCHER;
- Condensação de DOEBNER do aldeído com ácido malônico e seus ésteres derivados em piridina catalisada por piperidina;
- 15 - Rearranjo de FRIES de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por bases e.g
- 20 hidróxido de sódio;
- Reação de C-acilação, via enolatos, de derivados acetofenônicos com haletos de benzoíla e cinamoíla W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de FRIEDEL-CRAFTS dos O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto
- 25 de alumínio anidro;
- Reação de GRIGNARD com haletos de ácidos misto e haletos de fenilmagnésio;
- Lactonização catalisada por iodeto de 2-cloro-1-metilpiridínio.

Mais especificamente, os compostos de fórmula (III) da presente invenção podem ser preparados por um processo que compreende as etapas de:

- 5 - Esterificação ou eterificação das hidroxilas fenólicas dos cardóis saturados e insaturados;
- Ozonólise;
- Redução com NaBH_4 ;
- Reação de GATTERMANN - Formilação com cianeto de zinco $[\text{Zn}(\text{CN}_2)]$ em THF/éter etílico com borbulhamento de HCl gasoso (*J. Braz. Chem Soc.* 10 (1): 13-20, 1999);
- 10 - Oxidação seletiva ao ácido correspondente com clorito de sódio;
- Esterificação de FISCHER;
- Condesação de DOEBNER do aldeído com ácido malônico e seus ésteres derivados em piridina catalisada por piperidina;
- 15 - Rearranjo de FRIES de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por bases e.g
- 20 hidróxido de sódio;
- Reação de C-acilação, via enolatos, de derivados acetofenônicos com haletos de benzofila e cinamofila W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de FRIEDEL-CRAFTS dos O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto
- 25 de alumínio anidro;
- Reação de GRIGNARD com haletos de ácidos misto e haletos de fenilmagnésio;
- Esterificação do álcool primário da cadeia lateral com anidrido misto
- 30 ou cloreto de ácidos.

Os processos acima citados não limitam a invenção, servindo apenas de exemplo de um dos inúmeros modos de se realizar a invenção.

A título de exemplificação, neste relatório, descrevemos a síntese dos compostos:

- 5 Ácido 2-hidróxi-6-pentadecilbenzóico
 Ácido 2-hidróxi-6-[(*E*)-1-pentadecenil]benzóico
 Ácido 2-hidróxi-6-[(*Z*)-8-pentadecenil]benzóico
 Ácido 2-hidróxi-6[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11-pentadecadienil]benzóico
 Ácido 2-hidróxi-6[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11, 14-pentadecatrienil]benzóico
- 10 Ácido 2-metilcarbonilóxi-6-pentadecilbenzóico
 Ácido 2-metilcarbonilóxi-6-[(*E*)-1-pentadecenil]benzóico
 Ácido 2-metilcarbonilóxi-6-[(*Z*)-8-pentadecenil]benzóico
 Ácido 2-metilcarbonilóxi-6[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11-pentadecadienil]benzóico
 Ácido 2-metilcarbonilóxi-6[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11, 14-pentadecatrienil]benzóico
- 15 2-metóxi-6-pentadecilbenzoato de metila
 2-metóxi-6-[(*E*)-1-pentadecenil]benzoato de metila
 2-metóxi-6-[(*Z*)-8-pentadecenil]benzoato de metila
 2-metóxi-6[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11-pentadecadienil]benzoato de metila
 2-metóxi-6[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11, 14-pentadecatrienil]benzoato de metila
- 20 3-pentadecilfenol
 3-[(*E*)-1-pentadecenil]fenol
 3-[(*Z*)-8-pentadecenil]fenol
 3-[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11-pentadecadienil]fenol
 3-[(8*Z*, 11*Z*)-8, 11, 14-pentadecatrienil]fenol
- 25 Acetato de 3-pentadecenilfenila
 Acrilato de 3-pentadecenilfenila
 3-pentadecil-1-fenilcarbonilóxi-benzeno
 1-metóxi-3-pentadecilbenzeno
 2-hidróxi-4-pentadecilfenil-fenilmetanona
- 30 4-hidróxi-2-pentadecilfenil-fenilmetanona
 2-metóxi-4-pentadecilfenil-fenilmetanona

- 4-metóxi-2-pentadecilfenil-fenilmetanona
 2-hidróxi-6-pentadecilfenil-fenilmetanona
 2-metóxi-6-pentadecilfenil-fenilmetanona
 3-metóxi-1-(8-fenilcarbonilóxi)octil]benzeno
 5 3-metóxi-1-[(8-(4-metóxi-1-fenilcarbonilóxi)octil]benzeno
 3-fenil-(E)-2-propenoato de 8-(3-metóxi-1-fenil)octila
 3-(4-metóxi-1-fenil)-(E)-2-propenoato de 8-(3-metóxi-1-fenil)octila
 1-fenilcarbonilóxi-3-(8-fenilcarbonilóxi)octil]benzeno
 1-(4-metóxi-1-fenilcarbonilóxi)-3-[8-(4-metóxi-1-fenilcarbonilóxi)octil]benzeno
 10 3-fenil-(E)-2-propenoato de 3-{8-[2-fenil-(E)-1-etenilcarbonilóxi]octil}fenila
 3-(4-metóxi-1-fenil)-(E)-2-propenoato de 3-{8-[2-(4-metóxi-1-fenil)-(E)-1-etenilcarbonilóxi]octil}fenila

Uma descrição detalhada dos métodos sintéticos desta invenção para
 15 alguns dos compostos reivindicados é relatada a seguir, incluindo-se os dados
 espectroscópicos relevantes à sua caracterização. Adicionalmente, são
 descritos testes de mutagenicidade, genotoxicidade entre outros, mostrando que
 compostos da presente invenção são adequados para o respectivo uso. Os
 exemplos seguintes ilustram, mas não limitam a presente invenção.

20

Exemplo 1

Obtenção de ácidos anacárdicos insaturados a a partir do LCC

Procedimento geral

De 453 g de casca de castanha de caju foram obtidas 20,0 g de LCC,
 25 através do processo de expressão (prensagem a frio). As cascas foram
 separadas das castanhas, cortadas em pequenos pedaços e triturados em
 moedor caseiro, para expulsão do líquido. Os ácidos anacárdicos insaturados
 (MM = 344,18 g mol⁻¹) foram extraídos, na forma de anacardato, do LCC bruto
 por tratamento com Pb(OH)₂.

30 Em erlenmeyer de 125,0 mL de capacidade, 4,6 g de Pb(NO₃)₂ foram
 solubilizados em 17,5 mL de água destilada e, a esta solução, sob agitação



constante, foram adicionados 1,2 g de NaOH solubilizados em 7,0 mL de água. Após 1 hora, a suspensão foi filtrada a vácuo e o precipitado ($\text{Pb}(\text{OH})_2$) foi lavado com água até que o filtrado atingisse pH neutro e, finalmente, lavado com 10,0 mL de etanol. O precipitado obtido foi transferido para um erlenmeyer e foram adicionados 2,6 g de LCC natural solubilizados em 17,0 mL de etanol. A mistura ficou em agitação constante por 2 horas, quando então o precipitado foi recolhido por filtração a vácuo e lavado com etanol. O filtrado recolhido, constituído de cardanol, cardol e 2-metilcardol, foi armazenado para posterior tratamento. O precipitado obtido, consistindo em anacardatos de chumbo, foi suspenso em 20,0 mL de éter etílico e 10,0 mL de solução de HNO_3 20%. Após 1 hora de agitação constante, a suspensão foi filtrada a vácuo e o filtrado líquido recolhido foi transferido para um funil de separação, onde a fase orgânica foi lavada com água (40 mL) até que a fase aquosa atingisse pH ~ 6 e lavada duas vezes com salmoura (2 x 40 mL). Finalmente a fase orgânica, foi seca sob Na_2SO_4 anidro, filtrada sob celite / carvão ativo e o solvente evaporado a vácuo, para fornecer um óleo escuro (ácidos anacárdicos insaturados) com rendimento de 59% em relação à massa total e de 97% em relação a 60% de ácidos anacárdicos presentes no LCC natural.

IV(filme) $\nu_{\text{máx}}$: 3584 - 2547, 3009, 2925, 2854, 1646, 1608, 1448, 1246, 1211 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,0 - 2,1(m, $n^\circ\text{H}$); 2,5 – 2,7 (m, $n^\circ\text{H}$); 2,8 – 3,0 (m, 2H); 4,6 - 5,7 (m, $n^\circ\text{H}$); 6,4 – 6,7 (m, 2H); 7,1 (t, $J = 8,1$ Hz, 1H); 10,1(sl, 2H)

Exemplo 2

Obtenção de cardóis insaturados a a partir do LCC

Procedimento geral

Os cardóis insaturados ($\text{MM} = 315,62 \text{ g mol}^{-1}$) foram separados do filtrado etanólico, obtido no tratamento do LCC com $\text{Pb}(\text{OH})_2$, através de coluna cromatográfica eluída com hexano:acetato de etila 30%, obtendo-se, após

evaporação do solvente, um rendimento de 23% em relação a massa total aplicada e 93% em relação a 24% presente no LCC natural.

IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 3347, 3010, 2926, 2854, 1598, 1465, 1338, 1155 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,1 (m, 3H); 1,2 – 2,2 (m, $n^\circ\text{H}$); 2,3 – 2,6 (m, 2H); 2,7 – 3,0 (m, $n^\circ\text{H}$); 4,95 – 6,0 (m, nH); 6,1 – 6,4 (m, 3H); 6,6 – 7,5 (sl, 2H).

Exemplo 3

Obtenção de cardanóis insaturados a a partir do LCC

10 Procedimento geral

Os cardanóis insaturados ($\text{MM} = 300,19 \text{ g mol}^{-1}$) foram obtidos como um óleo a partir da extração do LCC técnico por meio de:

- i) coluna cromatográfica eluída com hexano:acetato de etila 5%, com rendimento de 62% em relação à massa total aplicada e de 95% em relação a 65% de cardanóis presentes no LCC técnico;
- 15 ii) destilação a pressão reduzida no Forno Kugelrohr (temperatura do vapor de 180°C), com rendimento de 46% em relação à massa total e de 71% em relação a 65% de cardanóis presentes no LCC técnico.

IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 3363, 3009, 2926, 2854, 1589, 1486, 1456, 1351, 1266 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,7 – 1,0 (m, 3H); 1,1 – 2,1 (m, $n^\circ\text{H}$); 2,2 – 2,4 (m, 2H); 2,5 – 2,8 (m, $n^\circ\text{H}$); 4,6 – 5,7 (m, nH); 6,2 – 6,5 (m, 3H); 6,6 – 6,8 (m, 1H).

25 Exemplo 4

Reações de hidrogenação catalítica dos derivados fenólicos do LCC

Procedimento geral

Em um frasco apropriado para o sistema de hidrogenação, 2,0 g do substrato de trabalho foram solubilizados em 20,0 mL de etanol e a esta solução, foram adicionados 0,106 g de catalisador Pd/C 10%. A mistura foi acoplada ao sistema de hidrogenação a uma pressão de 60 psi ($\sim 4 \text{ atm}$), onde

permaneceu por 6 horas, sob agitação constante e à temperatura ambiente. A mistura foi filtrada sob celite / carvão ativo e o solvente evaporado para fornecer o produto sólido saturado, caracterizado abaixo:

Ácido anacárdico saturado - Rendimento 99%

5 IV(KBr): $\nu_{\text{máx}}$: 3412 - 2598, 2917, 2850, 1655, 1604, 1466, 1446, 1248 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 0,9 (m, 3H); 1,1 - 1,8 (m, 26H); 2,9 – 3,1 (m, 2H); 6,8 – 7,0 (m, 2H); 7,3 – 7,5 (m, 1H)

Cardanol saturado - Rendimento 100%

IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 3360, 2915, 2848, 1618, 1586, 1499, 1463, 1365, 1264 cm^{-1} .

10 RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 0,9 (m, 3H); 1,0 - 1,7 (m, 26H); 2,4 – 2,6 (m, 2H); 4,5 (s, 1H); 6,3 - 6,7 (m, 3H); 6,8 - 7,1 (m, 1H).

Cardol saturado - Rendimento 98%

IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 3326, 2916, 2848, 1605, 1509, 1469, 1379, 1201 cm^{-1} .

15 RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 0,9 (m, 3H); 1,1 - 1,7 (m, 26H); 2,3 – 2,5 (m, 2H); 4,5 (s, 2H); 5,9 - 6,1 (m, 3H).

Exemplo 5

Reações de acetilação dos derivados cardólicos e cardanólicos do LCC

Procedimento geral

20 Em um balão contendo 0,499 g (1,64 mmol) de cardanol saturado solubilizado em 4,0 mL de CH_2Cl_2 (0,41 M) sob agitação constante, foi adicionado 0,18 mL (1,97 mmol) de anidrido acético. A solução foi resfriada em banho de gelo e foi adicionado, gota a gota, 0,21 mL (2,46 mmol) de piridina. Após a adição da base, deixou-se a mistura reacional atingir a temperatura

25 ambiente, onde permaneceu, sob agitação, por 42 horas. A mistura foi diluída com CH_2Cl_2 (15 mL) e lavada duas vezes com solução de HCl 1% (2 x 15 mL) e duas vezes com solução saturada de NaHCO_3 (2 x 15 mL). A fase orgânica foi seca sob Na_2SO_4 anidro e o solvente evaporado, fornecendo cardanol saturado acetilado com 97% de rendimento.

30 Para acetilação do cardol insaturado foram utilizados 2,0 equivalentes de anidrido acético e 2,5 equivalentes de base.

Cardanol saturado - Rendimento 97%

IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 2916, 2849, 1759, 1612, 1587, 1471, 1370, 1206, 1142 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 0,9 (m, 3H); 1,1 - 1,7 (m, 26H); 2,2 (s, 3H); 2,4 – 2,6 (m, 2H); 6,6 - 7,1 (m, 4H).

5 **Cardol saturado** - Rendimento 33% (a partir do LCC natural)

IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 2917, 2849, 1774, 1616, 1592, 1470, 1368, 1214, 1190 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,1 - 1,9 (m, 26H); 2,3 (s, 6H); 2,5 – 2,8 (m, 2H); 6,8 – 7,0 (m, 3H).

Cardanol insaturado - Rendimento 67%

10 IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 3009, 2926, 2855, 1769, 1612, 1587, 1487, 1445, 1369, 1206, 1143, 1014 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,7 – 0,9 (m, 3H); 1,1 - 2,0 (m, $n^{\circ}\text{H}$); 2,1 (s, 3H); 2,4 – 2,6 (m, 2H); 2,6 - 2,8 (m, $n^{\circ}\text{H}$); 4,6 - 5,8 (m, $n\text{H}$); 6,5 - 7,1 (m, 4H).

Cardol insaturado - Rendimento 92%

15 IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 3010, 2928, 2855, 1772, 1618, 1591, 1451, 1369, 1197, 1123, 1022 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,2 – 2,2 (m, $n^{\circ}\text{H}$); 2,3 (s, 6H); 2,5 – 2,8 (m, 2H); 2,8 – 3,1 (m, $n^{\circ}\text{H}$); 4,9 – 6,1 (m, $n\text{H}$); 6,7 – 7,0 (m, 3H).

20 **Exemplo 6****Reações de acetilação dos ácidos anacárdicos****Procedimento geral**

Em um balão contendo 0,43 mL (4,6 mmol) de anidrido acético, foram adicionadas 2 gotas de H_2SO_4 concentrado. Esta solução ficou em agitação, à temperatura ambiente, por 5 minutos, quando então, foi adicionado 0,795 g (2,31 mmol) de ácido anacárdico insaturado solubilizado em 2,5 mL de anidrido acético (solvente da reação) e posterior aquecimento em banho de óleo (~70°C), por 30 minutos. A reação foi acompanhada por CCD. À mistura reacional foram adicionados c.a. de 15 mL de CH_2Cl_2 e lavada duas vezes com água (2 x 15 mL), solução saturada de NaHCO_3 (15 mL) até que a fase aquosa

atingisse pH ~ 6,5 e uma vez com salmoura (15 mL). A fase orgânica foi seca sob Na₂SO₄ anidro e o solvente evaporado para fornecer o produto acetilado com 97% de rendimento.

Ácido anacárdico saturado - Rendimento 97%

5 IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 3419, 2919, 2849, 1775, 1697, 1603, 1576, 1461, 1369, 1290, 1208, 1019 cm⁻¹.

RMN ¹H (200 MHz, CDCl₃): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,1 – 1,8 (m, 26H); 2,3 (s, 3H); 2,7 – 2,9 (m, 2H); 7,0 – 7,6 (m, 3H); 8,7 (sl, 1H).

Ácido Anacárdico insaturado - Rendimento 75%

10 IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 3584 – 2637, 3009; 2927, 2855, 1773, 1739, 1606, 1577, 1462, 1370, 1199, 1021 cm⁻¹.

RMN ¹H (200 MHz, CDCl₃): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,1 – 2,0 (m, n^oH); 2,1 (s, 3H); 2,5 – 2,8 (m, n^oH); 4,6 – 5,8 (m, nH); 6,7 – 7,1 (m, 2H); 7,1 – 7,4 (m, 1H); 8,4 (sl, 1H).

15

Exemplo 7

Reações de metilação dos ácidos anacárdicos

Procedimento geral

Em um balão contendo 0,485 g (1,41 mmol) de ácido anacárdico insaturado, solubilizado em 7,0 mL de CH₂Cl₂, foram adicionados 1,92 mL de solução de NaOH 3 M, 0,05 mL do catalisador de transferência de fase Aliquat® 336 e por último, sob agitação constante, 0,92 mL (9,76 mmol) de (CH₃)₂SO₄. A mistura ficou sob agitação, à temperatura ambiente, por 30 minutos, quando através de acompanhamento por CCD, verificou-se o fim da reação. A mistura foi diluída com CH₂Cl₂ (20 mL) e lavada uma vez com água (20 mL), duas vezes com solução de NH₄OH 2 M (2 x 15 mL) e duas vezes com salmoura (2 x 20 mL). A fase orgânica foi seca sob Na₂SO₄ anidro e o solvente evaporado para fornecer o produto dimetilado com 75% de rendimento, purificado por coluna cromatográfica.

30 **Ácido anacárdico saturado - Rendimento 75%**

IV(filme): $\nu_{\text{máx}}$: 3008; 2927, 2854, 1735, 1584, 1470, 1431, 1265, 1111, 1075 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,1 – 2,2 (m, $n^\circ\text{H}$); 2,4 – 2,6 (m, 2H); 3,8 (s, 6H); 5,2 – 6,0 (m, $n^\circ\text{H}$); 6,6 – 7,0 (m, 2H); 7,2 (t, $J = 8,1\text{Hz}$, 1H).

5 **Ácido Anacárdico insaturado** - Rendimento 68%

IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 2924, 2853, 1735, 1584, 1470, 1431, 1377, 1267, 1189, 1110, 1075 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,2 – 1,7 (m, 26H); 2,5 – 2,7 (m, 2H); 3,8 (s, 3H); 3,9 (s, 3H); 6,7 – 7,0 (m, 2H); 7,3 (t, $J = 8,1\text{ Hz}$, 1H).

10

Exemplo 8

Reações de esterificação do cardanol saturado

Procedimento geral

Em um balão contendo 0,499 g (1,64 mmol) de cardanol saturado solubilizado em 3,2 mL de CH_2Cl_2 (0,5 M), foram adicionados 0,23 mL (1,97 mmol) de cloreto de benzoíla, 0,20 mL (2,46 mmol) de piridina e quantidade catalítica de DMAP. A solução ficou em agitação, à temperatura ambiente, por 30 minutos, quando através de acompanhamento por CCD, verificou-se o fim da reação. A mistura foi diluída em CH_2Cl_2 (15 mL) e lavada seis vezes com água (6 x 20 mL), uma vez com solução de HCl 5% (15 mL), até que a fase aquosa atingisse pH = 1, uma vez com solução saturada de NaHCO_3 (15 mL) e uma vez com salmoura (20 mL). A fase orgânica foi seca sob Na_2SO_4 e o solvente evaporado para fornecer produto com 97% de rendimento.

20 **Benzoato de cardanolila** - Rendimento 97%

25 IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 2921, 2848, 1731, 1610, 1586, 1488, 1463, 1451, 1265, 1173, 1146, 1064 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,2 – 2,0 (m, 26H); 2,5 – 2,7 (m, 2H); 7,0 – 7,8 (m, 7H); 8,1 – 8,5 (m, 2H).

30

Exemplo 9

Reações de O-alkilação do cardanol saturado

Procedimento geral

Em um balão contendo 1,102 g (3,62 mmol) de cardanol saturado, solubilizados em 18,0 mL de CH_2Cl_2 (0,2 M), foram adicionados 5,0 mL de solução NaOH 3 M, 10 gotas de Aliquat[®] 336 e, sob agitação constante, 1,2 mL (12,68 mmol) de $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$. A solução bifásica permaneceu à temperatura ambiente por 30 minutos, quando através de acompanhamento por CCD, verificou-se o fim da reação. A mistura foi diluída em CH_2Cl_2 (30 mL) e lavada uma vez com água (30 mL), uma vez com solução NH_4OH 2 M (25 mL) e duas vezes com salmoura (2 x 30 mL). A fase orgânica foi seca sob Na_2SO_4 e o solvente evaporado para obter, após destilação a vácuo para retirada de excesso de sulfato de dimetila, o produto metilado (óleo).

3-pentadecil-1-metóxicardanol - Rendimento 97%

IV(filme) $\nu_{\text{máx}}$: 2923, 2854, 1601, 1585, 1487, 1466, 1260, 1152, 1048 cm^{-1} .

RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,2 - 1,8 (m, 26H); 2,5 – 2,7 (m, 2H); 3,8 (s, 3H); 6,6 - 6,8 (m, 3H); 7,1 - 7,3 (m, 1H).

Exemplo 10

Reações de Acilação de Friedel - Crafts

Procedimento geral

Em um balão contendo 1,264 g (3,97 mmol) do cardanol protegido (obtido na etapa anterior) solubilizados em 8,0 mL (0,5 M) de nitrobenzeno destilado, foram adicionados 4,77 mmol de cloreto de benzoíla e 5,09 mmol de AlCl_3 . A solução foi colocada em banho-maria ($T \sim 50 - 60^\circ\text{C}$), e acoplado ao balão um condensador de refluxo e a este uma mangueira para captação de HCl gasoso mergulhada em béquer com água. A solução ficou em aquecimento e agitação por 2 horas e 30 minutos, quando cessou a evolução de HCl. A solução foi vertida à uma mistura de 1,7 mL HCl concentrado e gelo picado. À mistura reacional foi adicionada 30 mL de éter etílico e lavada uma vez com solução de NaOH 5% (30 mL), duas vezes com água (2 x 30 mL) e uma vez com salmoura (30 mL). A fase orgânica foi seca sob Na_2SO_4 anidro, o solvente evaporado e o produto destilado a vácuo para retirar o nitrobenzeno.

O produto final foi colunado para fornecer uma mistura de isômeros com rendimento total, a partir do cardanol saturado, de 70%.

4-acetilcardanol – Rendimento 70%

IV(filme) $\nu_{\text{máx}}$: 2924, 2853, 1660, 1603, 1567, 1494, 1464, 1377, 1269 cm^{-1} .

5 RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,2 – 1,3 (m, 24H); 1,5 – 1,6 (m, 2H); 2,7 (dd, $J = 7,7$ e 7,8 Hz, 2H); 3,9 (s, 3H); 6,7 (dd, $J = 8,5$ e 2,6 Hz, 1H); 6,8 (d, $J = 2,6$ Hz, 1H); 7,3 (d, $J = 8,5$ Hz, 1H); 7,4 – 7,6 (m, 3H); 7,7 – 7,8 (m, 2H).

10 RMN ^{13}C (50 MHz, CDCl_3): δ : 14, 23, 30, 32, 34, 56, 110, 116, 128, 130, 131, 132, 133, 139, 146, 162, 198.

2-acetilcardanol – Rendimento 31%

IV(filme) $\nu_{\text{máx}}$: 2924, 2853, 1660, 1603, 1567, 1494, 1464, 1377, 1269 cm^{-1} .

15 RMN ^1H (200 MHz, CDCl_3): δ : 0,8 – 1,0 (m, 3H); 1,2 – 1,3 (m, 24H); 1,5 – 1,6 (m, 2H); 2,7 (dd, $J = 7,7$ e 7,8 Hz, 2H); 3,9 (s, 3H); 6,7 (dd, $J = 8,5$ e 2,6 Hz, 1H); 6,8 (d, $J = 2,6$ Hz, 1H); 7,3 (d, $J = 8,5$ Hz, 1H); 7,4 – 7,6 (m, 3H); 7,7 – 7,8 (m, 2H).

Exemplo 11

Reações de ozonólise de derivados fenólicos insaturados do LCC

20 **Procedimento geral**

Uma solução contendo diacetilcardóis (9,6 mmol) em diclorometano (50 mL) e metanol (50 mL) a -70°C foi tratada com um fluxo de ozônio durante 2 horas, cujo término foi acompanhado por cromatografia em camada delgada. Em seguida a mistura reacional foi espurgada com nitrogênio e a esta foi
25 adicionada 4 g de sódio boroidreto, permanecendo a mistura sob agitação por 14 horas. Após adição de água, a mistura reacional foi hidrolisada com ácido clorídrico 10% e então extraída com acetato de etila (3x 40 mL). As fases orgânicas reunidas foram lavadas com salmoura, secadas sob sulfato de sódio e após remoção do solvente a pressão reduzida foi obtido um sólido branco em
30 87% de rendimento. p.f. $108-110^\circ\text{C}$.

IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 3500-2800, 2956, 2851, 1598, 1520, 1512, 1158, 1071, 1048 cm^{-1} .

RMN ^1H (300 MHz, CD_3COCD_3): δ : 1,31 (br, 8H, CH_2O); 1,51 (m, 4H, CH_2); 2,43 (t, 2H, ArCH_2); 3,56 (t, 2H, CH_2O); 3,81 (br, OH); 6,17 (m, 3H, ArH); 8,10 (s, 2H, OH);

5 RMN ^{13}C (75 MHz, CD_3COCD_3): δ : 25,8; 29,1; 29,3; 31,2; 32,8; 35,7; 62,6; 100,0; 107,7 (2C); 145,8; 159,2.

Exemplo 12

Obtenção do derivado 2,4-diidrox-6-(8-hidroxiocetil)benzaldeído - Reação de Gattermann

10 Procedimento geral

A um balão de três bocas, adaptado com condensador de refluxo, tubo de PVC para borbulhamento de gás e saída para trap com hidróxido de sódio, foi adicionado 1,0 g de 2,4-diidrox-6-(8-hidroxiocetil)benzeno (4,2 mmol) solubilizado em THF (5 mL), éter dietílico anidro (100 mL) e 1,24 g de cianeto d

15 zinco anidro (10,5 mmol). A mistura permaneceu sob agitação magnética vigorosa durante 20 a 30 minutos, enquanto ácido clorídrico gasoso era borbulhado em solução até solubilização do cianeto de zinco. A reação procedeu com borbulhamento de HCl até ser completada em 1,5 horas. O

20 intermediário imídico foi separado do solvente por filtração e hidrolisado com ácido clorídrico 20%, sob aquecimento por 2 horas. Após resfriamento à temperatura ambiente, a mistura reacional foi extraída com acetato de etila (3 x 40 mL) e as fases orgânicas reunidas lavadas com salmoura e secadas em sulfato de sódio. Após evaporação do solvente a pressão reduzida obteve-se

25 um sólido, o qual após purificação em coluna de gel de sílica eluída com hexano-acetato de etila 3:1 forneceu o derivado esperado em rendimento de 85%. P.f. 68-71°C.

IV(KBr) $\nu_{\text{máx}}$: 3125, 2932, 2853, 1615, 1500, 1312, 1264, 1202, 1162, 1058 cm^{-1} .

RMN ^1H (300 MHz, CD_3COCD_3): δ : 1,1-1,8 (br, 12H, CH_2); 2,86 (t, 2H, ArCH_2O); 3,53 (t, 2H, CH_2O); 3,91 (br, OH); 6,16 (s, 1H, ArH); 6,30 (s, 1H, ArH);

30 10,0 (s, CHO); 12,51 (s, 2H, ArOH).

RMN ^{13}C (75 MHz, CD_3COCD_3): δ : 26,6; 28,9; 29,9; 31,7; 32,9; 33,0; 61,9; 101,0; 110,2 (2C); 112,3; 150,5; 165,7; 166,8; 193,5.

Exemplo 13

5 Rearranjo de Fries de benzoato de cardanolila

Procedimento geral

Em um erlenmeyer (50 mL) foram adicionados 0,1 g (0,2459 mmol) de benzoato de cardanolila, 0,333 g (2,5000 mmol) de cloreto de alumínio anidro e 10 0,5 de clorobenzeno. A mistura foi submetida à radiação microondas, potência 10 (950 Watts) durante 10 minutos. Após resfriamento à temperatura ambiente, adicionou-se solução de HCl 6 M (2 mL) e extraiu-se a mistura com diclorometano (3 x 15 mL). As fases orgânicas reunidas foram lavadas com salmoura, secadas sob sulfato de sódio e concentradas à pressão reduzida em 15 rotoevaporador. Após purificação em coluna cromatográfica de gel de sílica, eluída com hexano:diclorometano 2:1 obteve-se um sólido amarelo pálido em rendimento de 70%, caracterizado como 2-benzoil-cardanol.

RMN ^1H (300 MHz, CD_3COCD_3): δ : 1,1-1,8 (br, 12H, CH_2); 2,86 (t, 2H, ArCH_2O); 3,53 (t, 2H, CH_2O); 3,91 (br, OH); 6,16 (s, 1H, ArH); 6,30 (s, 1H, ArH); 20 10,0 (s, CHO); 12,51 (s, 2H, ArOH).

RMN ^{13}C (75 MHz, CD_3COCD_3): δ : 26,6; 28,9; 29,9; 31,7; 32,9; 33,0; 61,9; 101,0; 110,2 (2C); 112,3; 150,5; 165,7; 166,8; 193,5.

Ensaio de fototoxicidade em levedura *Saccharomyces cerevisiae*

25 Foi aplicado o método utilizado por Freitas (Freitas, Z. M. F., Machado, P. A., Dellamora-Ortiz, G. M., Santos, E. P., Gonçalves, J. C. S., S.T.P Pharma Sciences, **2000**,10 (3): 239-242) para o uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, cepa selvagem D273-10B, à temperatura ambiente, cuja espessa camada de células, não é sensível a radiação ultravioleta entre 320-390 nm 30 (UVA), além de ser inócuo.

O meio utilizado para o crescimento da levedura foi o YPD, constituído por extrato de levedura(1%), peptona (2%), glicose anidra (2%), ágar (2%).

No teste, a solução de 8-metoxipsoraleno 0.1g% foi utilizada como padrão fototóxico, e o filtro solar octil metoxinamato (0.1g%) foi utilizado como referência para ausência de fototoxicidade, utilizando etanol como solvente. As substâncias em estudo foram aplicadas na concentração de 1 g%.

Uma suspensão de *S. cerevisiae* foi preparada em água esterilizada (10 mL). Alíquotas de 0,2 mL foram aplicadas e espalhadas nas placas de cultura usando uma alça de vidro. Os experimentos foram realizados em duplicata, com exposição das placas à lâmpada UVA (320-390nm) e em ambiente escuro.

Para a análise dos resultados foram observados os seguintes aspectos:

- A presença de halo na luz e a ausência de halo no escuro indicam que a amostra é fototóxica;
- A ausência de halo na luz e no escuro indicam que a amostra não é fototóxica (Freitas, Z. M. F., Machado, P. A., Dellamora-Ortiz, G. M., Santos, E. P., Gonçalves, J. C. S., S.T.P Pharma Sciences, **2000**,10 (3): 239-242).

Esses resultados estão resumidos na tabela I abaixo.

Tabela I – Crescimento de *Saccharomyces cerevisiae* na presença de diferentes substâncias sob luz fluorescente e no escuro.

Substância	Escuro *	Luz UV*
8-metoxipsoraleno	Ausência	Presença
Parsol	Ausência	Ausência
V1	Ausência	Ausência
V2	Ausência	Ausência
V3	Ausência	Ausência
V4	Ausência	Ausência
V5	Ausência	Ausência
V6	Ausência	Ausência
V7	Ausência	Ausência
V8	Ausência	Ausência
V9	Ausência	Ausência

V10	Ausência	Ausência
V11	Ausência	Ausência
V12	Ausência	Ausência
V13	Ausência	Ausência
V14	Ausência	Ausência
V15	Ausência	Ausência
V16	Ausência	Ausência
V17	Ausência	Ausência
V19	Ausência	Ausência
V20	Ausência	Ausência
V21	Ausência	Ausência
V23	Ausência	Ausência
V24	Ausência	Ausência
V25	Ausência	Ausência
V26	Ausência	Ausência
V27	Ausência	Ausência
V28	Ausência	Ausência
V30	Ausência	Ausência
V31	Ausência	Ausência
V32	Ausência	Ausência
V33	Ausência	Ausência
V34	Ausência	Ausência
V35	Ausência	Ausência
V36	Ausência	Ausência
V37	Ausência	Ausência

* ausência ou presença de halo em volta do disco contendo a substância em teste após o crescimento sob luz UV e no escuro.

Absorção no Ultravioleta

- 5 As amostras foram diluídas em etanol a 10ug/mL e verificou-se, no espectrofotômetro, suas absorções na faixa do ultravioleta, determinando-se os valores de $A^{1\%}_{1cm}$. Um valor de $A^{1\%}_{1cm}$ bom geralmente tem 3 casas de magnitude, e tais valores são mostrados na Tabela II abaixo.

10 **Tabela II – Faixa de absorção dos compostos**

Substância	λ	Pico de Abs	$A^{1\%}_{1cm}$	Solvente
V1	276	0,047	47	Etanol
V2	275	0,022	22	Etanol
V3	275	0,047	47	Etanol
V4	274	0,029	29	Etanol

V5	275	0,046	46	Etanol
V6	270	0,015	15	Etanol
V7	274	0,057	57	Etanol
V8	272	0,016	16	Etanol
V9	302	0,064	64	Etanol
V10	301	0,031	31	Etanol
V11	280	0,051	51	Etanol
V12	305	0,088	88	Etanol
V13	304	0,057	57	Etanol
V14	280	0,062	62	Etanol
V15	299	0,077	77	Etanol
V16	302	0,07	70	Etanol
V17	275	0,053	53	Etanol
V19	275	0,05	50	Etanol
V20	282	0,708	708	Etanol
V21	285	0,029	29	Etanol
V23	266	0,316	316	Etanol
V24	221	0,499	499	Etanol
V25	280	0,051	51	Etanol
V26	280	0,077	77	Etanol
V27	292,5	0,101	101	Etanol
V28	245	0,283	283	Etanol
V29	276	0,421	421	Etanol
V30	245	0,098	98	Etanol
V31	229	0,5865	586	Etanol
V32	294	1,088	1088	Clorofórmio
V33	309,6	0,4816	418	Etanol
V34	275,6	0,588	588	Hexano
V35	309	0,350	350	THF
V36	331	1,167	1167	DMSO
V37	274	0,6415	642	THF

Determinação do FPS in vitro

5 Fator de Proteção Solar (FPS)

FPS é a energia UV requerida para produzir uma dose mínima de eritema (DME) na pele protegida (após aplicação de mg/cm² do produto), dividido entre a energia UV requerida para produzir uma dose mínima de eritema em pele não protegida (Fator, Cosméticos On Line, **1997**, 105: 37-46).

$$\text{FPSi} = \text{DME pele protegida} / \text{DME pele não protegida} ; \text{FPS} = \sum \text{FPSi} / n$$

Esta relação é verificada pelo método de análise *in vivo* em que utiliza-se 20 indivíduos sadios, durante 3 dias para a conclusão dos resultados.

- 5 Tendo em vista uma maior rapidez e uma forma de se poder controlar a qualidade das preparações farmacêuticas contendo filtros solares, buscou-se um método *in vitro* que tem como princípio a espectrofotometria. Este método utiliza a equação matemática desenvolvida por Mansur, mostrada a seguir (Mansur, J. S., Breder, M. N. R., Mansur, M. C. A., Azulay, R. D., Determinação
10 do fator de proteção solar por espectrofotometria. **An. Bras. Dermatol.**, 1986, 61: (3), 121-24).

$$\text{FPS espectrofotométrico} = \text{FC} \cdot \sum \text{EE}(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot \text{Abs}(\lambda)$$

FPS = fator de proteção solar

- 15 FC = fator de correção = 10, em relação ao teste *in vivo*

EE = efeito eritemogênico da radiação solar em cada λ

I = intensidade da radiação solar em cada λ

Abs = absorbância lida em cada λ

- 20 A tabela III a seguir mostra a ponderação empregada por Sayre no cálculo do FPS

- Tabela III - Ponderação empregada no cálculo do FPS por espectrofotometria (Sayre, R. M., Agin, P. P., Le Vee, G. J., Marlowe, E.,
25 Photochem Photobiol, 1979, 29: 559-66)

λ (nm)	EE ($\lambda\lambda$) normalizada
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3278
310	0.1864
315	0.0839

320	0.0180
	1.000

A tabela IV apresenta os resultados dos estudos entre a relação estrutura química-atividade fotoprotetora, evidenciando amplo espectro de valores de FPS pela concentração máxima de 5g% para cada substância.

5

Tabela IV – Resultados de FPS por espectrofotometria para os derivados V1-V37 em concentração máxima de 5g%

Substância	Concentração	FPS
V1	4g%	0,064
V2	5g%	0,450
V3	1g%	0,025
V4	1g%	0,029
V5	5g%	0,047
V6	5g%	0,061
V7	5g%	0,027
V8	5g%	0,000
V9	5g%	0,610
V10	5g%	0,390
V11	4g%	0,093
V12	5g%	0,930
V13	5g%	0,660
V14	5g%	0,720
V15	5g%	0,740
V16	1g%	0,150
V17	1g%	0,000
V19	5g%	0,000
V20	5g%	0,900
V21	5g%	0,000
V23	5g%	0,530
V24	5g%	0,520
V25	5g%	0,100
V26	5g%	0,059
V27	5g%	0,760
V28	5g%	0,740
V29	2,5g%	1,100
V30	5g%	0,500
V31	5g%	0,000

V32	5g%	9,500
V33	5g%	5,200
V34	5g%	1,700
V35	5g%	3,300
V36	5g%	7,700
V37	5g%	1,100

Exemplo 14

Mutagenicidade

5

A luz solar, especialmente a UV, pode causar danos ao DNA e, portanto, levar a eventos carcinogênicos e mutagênicos. A proteção da pele por reflexão da radiação solar (filtros físicos) ou absorção por filtros solares (filtros químicos) são medidas preventivas contra tais efeitos tóxicos (UTESCH, D.;

10 SPLITTGERBER, 1996). A possibilidade, entretanto, reside no fato que a luz solar pode excitar as moléculas absorventes (ex. filtros solares), e transformar em intermediários reativos (por ex. radicais livres) que podem danificar o DNA, o que se torna perigoso (UTESCH, D.; SPLITTGERBER, 1996; KNOWLAND et al., 1993) .

15 Reconhecendo isso o comitê científico de cosmetologia da Comissão Européia (The European Commission) publicou guidelines em 1982 dizendo que estudos de fototoxicidade, fotomutagenicidade e fotossensibilidade são requeridos para certos ingredientes de cosméticos, onde a estrutura química indique um possível perigo. Em alguns casos, como os filtros solares, tais

20 estudos devem ser feitos, pois o risco pode ser maior devido ao modo de uso (KNOWLAND et al., 1993).

Entende-se por testes de mutagenicidade todos aqueles que detectam as alterações sofridas pelo material genético. Se estas alterações não forem reparadas ou forem reparadas erroneamente, diz-se que ocorreu mutação

25 (SPLENGER; BRACHER; WEIDE, 1990). Para verificar mutações de genes, o teste freqüentemente executado é o de Ames (MARON; AMES, 1983).

Metodologia

TESTE DE AMES (MARON; AMES, 1983)

Meio E de Vogel-Bonner (MEVB)

- 5
- sulfato de magnésio ($\text{Mg SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).....10g
 - Ácido cítrico ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$).....100g
 - Fosfato de potássio ($\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).....500g
 - Fosfato de sódio e amônio ($\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).....175g
 - Água desditada (45 graus).....qsp..... 1000mL
- 10 obs: distribuir em diversos frascos e autoclavar a 120 graus por 20min

MEVB em placas

- Ágar Difco9g
 - H_2O558mL
- 15
- MEVB (50X).....12 mL
 - Glicose 40%.....30mL
- autoclavar

Gelose de superfície

- Ágar Difco.....0.6%
- 20
- NaCl.....0.5%

Obs: após esterilização adicionar 10mL de solução mista de L-histidina/D-biotina a cada 100mL de gel de superfície.

Solução mista

- 25
- Monocloridrato de L-histidina minohidratada ...11mg
 - D-biotina.....12.36mg
 - Água destilada estéril.....100mL
- obs: esterilizar por filtração em filtros millipore 0.45 micron

30 Procedimento

As cepas utilizadas foram: TA 98, TA99, TA101, TA102.

Foi utilizado como padrão de genotoxicidade a solução de 4-nitroquinolina 1-óxido (4NQO).

As amostras foram diluídas em tetrahidrofurano (THF) a 5%. Duas
5 alíquotas foram retiradas e colocadas em frascos de vidro, sendo estas irradiadas com radiação 20kJ/m² (27J/m²/s por 12'34'') de UVA e 10kJ/m² (7.8J/m²/s por 21'36'') de UVB, para verificar a fotomutagenicidade.

Resultados

10 As amostras que apresentaram os melhores valores de FPS, V32, V33, V34, V35, V36, V37, foram selecionadas por serem moléculas com características ideais para serem consideradas novos filtros solares.

Estas amostras foram testadas através do método de Ames, na concentração de 5% em THF, utilizando as cepas TA 98, TA99, TA101, TA102.
15 Aplicou-se diretamente nas placas 10μL de cada amostra, sem irradiação, e após irradiação UVA (20kJ/m²) e UVB (10kJ/m²), e não demonstraram serem mutagênicas ou fotomutagênicas (n=3). As amostras não irradiadas não demonstraram mutagenicidade quando comparadas ao padrão positivo para este teste, 4NQO. Quando as amostras foram irradiadas com rUVA e rUVB,
20 também não revelaram resposta fotomutagênica (n=3).

O solvente utilizado, THF, foi testado sozinho e não demonstrou resposta mutagênica.

Exemplo 15

25 Genotoxicidade

Testes de genotoxicidade podem ser definidos como testes in vitro e in vivo, designados para detectar compostos que induzem danos genéticos direta ou indiretamente por vários mecanismos. Estes testes devem ser capazes de identificar um perigo com respeito ao dano do DNA e sua fixação. A fixação do
30 dano ao DNA na forma de mutação genética, dano cromossômico em larga escala, mudanças recombinantes e numéricas cromossômicas são geralmente

consideradas essenciais para efeitos hereditários no processo de malignidade. Compostos que geram respostas genotóxicas em testes que detectam tais tipos de danos, têm potencial de serem carcinogênicos e/ou mutagênicos para humanos, e assim induzir câncer ou efeitos hereditários (ESTADOS UNIDOS, 5 1997, PTITSYN et al., 1997).

a) SOS Spot Teste

Para o SOS spot teste a produção e indução da β -galactosidase pela cepa em teste pode ser evidenciada com um indicador na placa: Xgal (5-bromo-4-10 cloro-3-indolil- β -D-galactoside) que gera uma coloração azul quando hidrolisado pela β -galactosidase. A simplicidade do SOS cromoteste em placa (SOS spot test) permite testar várias amostras ao mesmo tempo (QUILLARDET; HOFNUNG, 1985).

15 Material

- Culturas das cepas de E. coli PQ 35 e PQ 37
- Meios de cultura líquido e sólido
- Tampões e soluções
- Lâmpada de UVA e UVB.

20

Procedimento

Cultivar as cepas PQ35 e PQ37 em LB-Amp (20ug/ml) durante a noite.

Repicar 0.25 mL de cada cepa em 10mL de LB-Amp cultivar até a fase exponencial (108 cels/mL)

25 Verter com auxílio de 3 mL de TopAgar, 100 μ L de cada cultura sobre as placas contendo meio M63 acrescido de Xgal e deixar secar (10min)

Pingar 10 μ L do agente a ser testado sobre a cultura na placa e deixar secar (20 a 40min)

Colocar na estufa a 37°C durante a noite

30 No dia seguinte verificar o aparecimento ou não do halo azul

As amostras foram diluídas em THF a 5%. Duas alíquotas foram retiradas e colocadas em frascos de vidro, sendo estas irradiadas com radiação 20kJ/m² (27J/m²/s por 12'34'') de UVA e 10kJ/m² (7.8J/m²/s por 21'36'') de UVB, para verificar a fotomutagenicidade.

5

Resultados

Para o SOS spot teste, as amostras foram aplicadas diretamente na placa contendo o meio de cultura; antes de se aplicar nas placas, duas alíquotas das amostras foram irradiadas com radiação UVA e UVB, respectivamente, para
10 avaliar o potencial fotogenotóxico das substâncias.

Foi utilizado como padrão de genotoxicidade a solução de 4-nitroquinolina 1-óxido (4NQO). O solvente THF foi testado sozinho e não demonstrou ser genotóxico.

As amostras não irradiadas e irradiadas com radiação UVA e UVB, V33, V35, e V37 (a 5% em THF) não apresentaram halo azul para PQ35 e PQ37, indicando não serem genotóxicas na concentração testada (n=3).
15

As amostras V32, V34 e V36 (a 5% em THF) apresentaram um leve halo azul para a PQ37 apenas, quando irradiadas com radiação UVA e UVB, demonstraram leve genotoxicidade e citotoxicidade para ambas as cepas
20 (n=3). Por isso foi feita uma quantificação desta suposta genotoxicidade através do SOS cromoteste.

b) Cromoteste SOS em E. coli PQ37

O SOS cromoteste foi descrito por Quillardet & Hofnung (Instituto Pasteur, Paris) em 1982 (QUILLARDET et al., 1982) como uma alternativa para o teste
25 de Ames e é baseado na aplicação de cepas selecionadas de Escherichia coli PQ37 para detectar danos no DNA. Este é um dos mais rápidos e simples testes para genotoxinas. (BOMBARDIER et al., 2001, KEVEKORDES et al., 1999).

30

Procedimento

- Cultivar E. coli PQ35 ou PQ37 em LB-Amp (20 µg/mL) 10 ml overnight.
- Repicar 0.2 mL da cultura em 10 mL de LB e cultivar até a fase exponencial (aprox. 108 cels/mL) por 2 horas e 30 minutos.
- Diluir 1 mL da cultura em 9 mL de LB
- 5 • Distribuir 0.6 mL da cultura nos tubos de ensaio contendo 20 µL de cada substância a ser testada.
- Incubar no shaker por 2h a 37°C.

Dividir as culturas em séries: X e Y

10 Série X (β-gal)

- sacar 300µL e juntar a 2.7 mL de tampão B
- Incubar 10 minutos a 37°C no banho
- Adicionar 0.6mL de ONPG (4mg/mL de TF pH 7.0) e anotar o tempo
- Quando colorir (10 a 90 min) adicionar 2ml de Na₂CO₃ 1M

15 Série Y - Fosfatase alcalina

- sacar 300µL e juntar a 2.7 mL de tampão P
- Incubar 10 minutos a 37°C no banho
- Adicionar 0.6mL de PNPP (4mg/ml de TP pH 7.0) e anotar o tempo
- Quando colorir (10 a 90 minutos) adicionar 1ml de HCl 2.5M

- 20 • 5 minutos depois adicionar 1mL de solução Tris 2M.

Cálculos:

25 As atividades da β-galactosidase (β-gal) e fosfatase alcalinas (FA) são calculadas como o valor de absorbância a 405nm vezes 1000, divididos pelo tempo do ensaio (KEVEKORDES, 1999).

Primeiro a razão entre Rx e Ro, que são as atividades da β-gal ou fosfatase alcalina da substância na concentração "x" (Rx) e na concentração zero (Ro). Para calcular o fator de indução (FI):

30
$$FI = Rx/Ro (\beta\text{-gal}) / Rx/Ro (FA)$$

Resultados

Visando fazer uma quantificação da suposta genotoxicidade apresentada no SOS Spot teste para V32, V34 e V36, na concentração de 5% em THF, realizou-se o SOS Cromoteste (tabela 4).

5

Tabela V - Atividade genotóxica das substâncias V32, V34, V36, p-metóxicinamato de octila (PMCO) em cultura de E. coli (PQ37) (n=3)

COMPOSTO	DOSE g%	Unidades FA	Unidades β -gal	FI
V32	0	0.067	0.551	0.424
	1	0.121	0.376	0.375
	2.5	0.151	0.612	0.492
	4	0.076	0.464	0.739
	5	0.092	0.372	0.489
	10	0.096	0.235	0.296
V34	0	0.067	0.551	0.424
	1	0.124	0.784	0.765
	2.5	0.077	0.725	1.136
	4	0.229	0.772	0.407
	5	0.201	0.797	0.479
	10	0.155	0.861	0.674
V36	0	0.075	1.599	1.097
	1	0.079	0.972	0.577
	2.5	0.053	0.773	0.677
	5	0.059	0.154	0.123
PMCO	0	0.067	0.551	0.424
	1	0.078	0.753	1.16
	2.5	0.241	0.647	0.32
	4	0.0493	0.488	1.19
	5	0.086	0.614	0.85
	10	0.08	0.639	0.966

FI = fator de indução

10 Se o fator de indução encontrado for menor que 1.5, a substância é considerada "não genotóxica", se obtiver um valor entre 1.5 e 2.0, ela é considerada "levemente genotóxica"; e "genotóxica" se o fator de indução der um valor maior que 2.0 (KEVEKORDES et al, 1999).

15 As substâncias V32, V34 e V36, na faixa de concentração de 1% a 10%, apresentaram fatores de indução menores que 1.5, sendo seus resultados

comparados ao p-metóxicinamato de octila, um filtro solar muito utilizado, assim demonstrando não serem genotóxicas.

5 Exemplo 16

Fototoxicidade

Fototoxicidade é o termo usado para caracterizar a reação aguda que pode ser induzida por uma única aplicação do produto químico na pele, associada a exposição à radiação ultravioleta ou visível (ANVISA, 2003; FREITAS et al, 2000; DiNARDO et al, 1985).

Os ensaios para avaliar "fototoxicidade cutânea primária" usam animais: cobaios, coelhos, ratos ou camundongos. Apesar da publicação de protocolos padrão para testes de fototoxicidade em animais, nenhum teste foi aceito pela OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development – organização não governamental com sede em Paris). Ao invés, a OECD recomenda testes in vitro para fototoxicidade antes de testar em animais (SPIELMANN et al, 1998).

a) Fototoxicidade in vitro

Neste trabalho, foi aplicado o método utilizado por Freitas (FREITAS et al., 2000) e também descrito por DiNardo (DiNARDO et al, 1985) para o uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, cepa selvagem D273-10B. Este microorganismo apresenta um bom crescimento à temperatura ambiente, forma uma camada de células bem espessa, não é sensível a radiação ultravioleta entre 320-390 nm (UVA), além de ser inócuo.

O meio utilizado para o crescimento da levedura foi YPD (TENAN, M.N., 1985), constituído por extrato de levedura (1%), peptona (2%), glicose anidra (2%), ágar (2%).

No teste, a solução de 8-metoxipsoraleno 0.1% foi utilizada como padrão fototóxico (SPIELMANN et al, 1998), e o filtro solar p-metóxinamato de octila como referência para ausência de fototoxicidade, utilizando etanol como

solvente. As substâncias em estudo foram aplicadas na placa juntamente com o padrão de referência.

Uma suspensão de *S. cerevisiae* foi preparada em 10mL de água esterilizada. Aliquotas de 0.1 a 0.2mL foram aplicadas e espalhadas nas placas de cultura usando uma alça de vidro. Foram preparadas placas em duplicata, sendo que uma ficou no escuro e outra sob a lâmpada UVA (320-390nm).

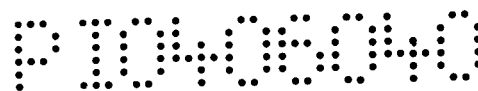
Para a análise dos resultados foram observados os seguintes aspectos:

- A presença de halo de inibição de crescimento da levedura ao redor da amostra na luz e a ausência de halo no escuro indicam que a amostra é fototóxica;
- A ausência de halo na luz e no escuro indicam que a amostra não é fototóxica e tóxica (FREITAS et al., 2000).

Nenhuma das 36 substâncias testadas apresentou halo de inibição de crescimento em ambas as placas (irradiada e com ausência de luz) demonstrando não serem fototóxicas (Figura 1). O padrão de fototoxicidade, 8-metoxipsoraleno apresentou halo de inibição de crescimento na luz (Figura 2); e o p-metóxicinamato de octila não apresentou halo de inibição de crescimento.

b) Fototoxicidade in vivo

Os ensaios são realizados em cobaias albinas (n=4). Vinte e quatro horas antes da aplicação da substância teste a 5% [água/etanol/tween (1:1:10)], os pelos da região dorsal do tronco dos animais são tosados e depilados quimicamente. Escolhem-se aleatoriamente, quatro sítios de aplicação: 2 regiões para a substância teste e outros 2 para o padrão fototóxico metoxipsoraleno a 0,1g%, seguido por exposição à radiação UVA, sendo uma área controle protegida da luz. Após 48 horas, são feitas as observações quanto à formação de eritema e edema (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos**. 2003.; FREITAS, Z. M. F.; MACHADO, P.A.; DELLAMORA-ORTIZ, G. M. *et al.* Evaluation of phototoxicity of different



5 sunscreens: 1,2,3-propanetriol 1,3-dipalmitoyl-2-*p*-methoxycinnamoyl and 1,2,3-propanetriol 1,3-diocanoyl-2-*p*-methoxycinnamoyl. **S.T.P. Pharma Sciences**, v.10, n.3, p.239-242, 2000; DiNARDO, J.C.; WOLF, B.A.; MORRIS, W.E. *et al.* A quantitative *in vitro* assay for the evaluation of phototoxic potential of topically applied materials. II. Modification and assessment of low level activity. **J. Soc. Cosmet. Chem.**, v. 36, p. 425-433, 1985).

10 As substâncias V33, V34 e V35 na concentração de 5% apresentaram eritema de grau 1 e nas áreas irradiadas e não irradiadas (n=4) em cobaias. As substâncias V32 e V36 não apresentaram eritema ou edema nas áreas irradiadas e não irradiadas (n=4). O padrão *p*-metóxicinamato de octila foi testado (n=2) e não apresentou eritema ou edema nas áreas irradiadas e não irradiadas. O padrão fototóxico, 8-metóxipsoraleno, apresentou eritema de grau 1 em 24 horas, e grau 2 em 48 horas apenas na área irradiada conforme 15 mostrado na figura 3.

Exemplo 17

Ensaio de Irritação Ocular

20 Dentro de uma estimativa e avaliação das propriedades tóxicas de uma substância para uso em cosméticos, perfumaria, defensivos, alvejantes e antimicrobianos a testar, a determinação das propriedades irritantes e/ou dos efeitos corrosivos sobre os olhos de mamíferos constitui uma etapa inicial importante para indicar os prováveis riscos de suscetibilidade à exposição dos olhos e conjuntivas a uma substância teste (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994; VIGLIOGILA, P.A.; RUBIN, J. Reacciones adversas por cosmeticos. In: **Cosmiatria: fundamentos científicos y técnicos**. 2. ed. Buenos Aires : E.C., 1983. p. 394-406; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos**. 2003; DRAIZE, J.H.; 30 WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and

toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).

- 5 Irritação ocular é a produção, sobre os olhos, de alterações reversíveis como consequência da aplicação de uma substância teste sobre a cavidade ocular anterior (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994; VIGLIOGILA, P.A.; RUBIN, J. Reacciones adversas por cosmeticos. In: **Cosmiatria**: fundamentos científicos y técnicos. 2. ed. Buenos Aires : E.C., 1983. p. 394-406; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de**
- 10 **produtos cosméticos**. 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).

Metodologia

- 15 A substância teste é aplicada, numa dose única, 0,1mL a 5% [água/etanol/tween (1:1:10)], sobre um dos olhos de cada um dos animais de experiência (n=3): o olho não tratado de cada animal serve como controle para o teste. O grau de efeitos irritantes/corrosivos é avaliado em intervalos precisos e estabelecidos de modo a fornecer uma avaliação completa dos efeitos do
- 20 produto (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994; VIGLIOGILA, P.A.; RUBIN, J. Reacciones adversas por cosmeticos. In: **Cosmiatria**: fundamentos científicos y técnicos. 2. ed. Buenos Aires : E.C., 1983. p. 394-406; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de**
- 25 **produtos cosméticos**. 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).Administração: a substância teste deve ser instilada ou aplicada dentro da bolsa conjuntival de um dos olhos de cada um dos animais
- 30 de experiência, após levantar delicadamente a pálpebra inferior do globo ocular. Em seguida deve-se unir, ainda delicadamente, as duas pálpebras

durante dez segundos para evitar a perda da substância. O outro olho, que não recebeu nenhum tipo de tratamento servirá como controle.

Os olhos são examinados 24, 48 horas após a instilação. Se nenhuma irritação se manifestar, a experiência pode terminar; se a irritação permanecer, a próxima leitura deve ser feita sete dias após a aplicação do produto. Uma observação prolongada pode ser necessária para observar a evolução das lesões oculares em relação a seu caráter reversível ou irreversível. Outra observação pertinente às conjuntivas, íris e córnea é aquela em que se menciona, no relatório, todas as lesões notadas. O grau da reação ocular deve ser registrado para cada animal dentro de cada exame (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994.; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos**. 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).

A cotação das irritações oculares está sujeita a diversas interpretações. Para promover uma homogeneidade dos valores e auxiliar os laboratórios que efetuam a interpretação das observações de irritação ocular, é conveniente utilizar o guia ilustrado que quantifica cada uma das lesões oculares de cada uma das partes estudadas dos olhos, ou seja, íris, córnea e conjuntiva, como descrito a seguir.

Cotação de lesões oculares

25 **Tabela VI - Córnea (opacidade - grau de densidade)**

Lesão	Valor
Sem ulceração nem opacidade	0
Zonas de opacidade dispersas ou difusas, detalhes da íris notadamente visíveis	1
Zona translúcida facilmente discernível, detalhes da íris notadamente visíveis	2
Zonas nacaradas, detalhes da íris completamente invisíveis, dimensão da pupila apenas discernível	3

Córnea opaca, íris não discernível através da opacidade	4
---------------------------------------------------------	---

Tabela VII - Íris (irite - resposta inflamatória generalizada)

Lesão	Valor
Normal	0
Dobras mais profundas, congestão, tumefação, hiperemia pericorneana moderada ou conjuntivas injetadas. Não importa qual desses sintomas esteja ocorrendo, ou se há uma combinação deles: a íris continua a responder à luz	1
Ausência de reação à luz, hemorragia, destruição marcante do tecido (cada um desses sintomas ou o conjunto deles)	2

5

Tabela VIII - Conjuntivas (vermelhidão das conjuntivas palpebrais e do bulbo, da córnea e da íris)

Lesão	Valor
Coloração normal	0
Hiperemia de certos vasos sangüíneos (olhos injetados)	1
Coloração púrpura difusa, vasos sangüíneos individuais dificilmente discerníveis	2
Coloração vermelha fartamente distribuída	3
Quemose (pálpebras e/ou membrana nictitante sem tumefação ou afundadas)	4

Resultados

- 10 Não foi observada nenhuma alteração na córnea, íris e conjuntiva dos coelhos que foram tratados com as substâncias (V32, V33, V34, V35, V36 a 5%) em estudo (n=3).

Exemplo 18

15 Ensaio de Irritação Dérmica

Na estimativa e avaliação das propriedades tóxicas de uma substância a testar, seja cosmético, conservante ou defensivo, a determinação das propriedades irritantes e/ou dos efeitos corrosivos sobre a pele de mamíferos constitui-se numa etapa importante que indica os prováveis resultados da pele

humana em relação a esta substância (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994).

- Irritação dérmica é a produção, sobre a pele, de alterações inflamatórias, reversíveis, frente à aplicação de uma substância teste (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994).

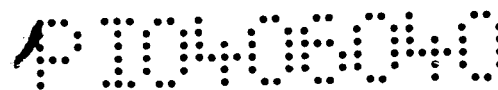
a) Irritação Dérmica Primária

- O objetivo deste teste é avaliar a irritação que um cosmético pode provocar depois de uma única aplicação na pele normal ou lesada.
- 10 (VIGLIOGILA, P.A.; RUBIN, J. Reacciones adversas por cosmeticos. In: **Cosmiatria**: fundamentos científicos y técnicos. 2. ed. Buenos Aires : E.C., 1983. p. 394-406.).

Metodologia

- Vinte e quatro horas antes da aplicação da substância teste, os pêlos da
- 15 região dorsal do tronco de coelhos albinos são depilados (n=3). Escolhem-se aleatoriamente, quatro sítios de aplicação, dois dos quais devem ser submetidos à abrasão. Este último procedimento, entretanto, não deve produzir danos à pele ou sangramento. Só serão utilizados no estudo os animais com a pele íntegra (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**.
- 20 Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994.; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos**. 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82,
- 25 n.4, p.377-390, 1944).

- As substâncias devem ser aplicadas [0,5mL da amostra a 5%, usando como solvente a mistura água/etanol/polissorbato80 (1:1:10)] sobre a gaze e depois colocadas sobre a pele. A área deve ser recoberta por uma compressa de gaze fixada por esparadrapo hipoalergênico e presa por fita crepe (BRITO,
- 30 A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994.; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil).



Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos. 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).

- 5 A duração da exposição é de quatro horas. Ao final do período de exposição, a substância teste é retirada e a região lavada com água para eliminar seus resíduos, de modo a não alterar a resposta existente ou a integridade da epiderme (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994.; AGÊNCIA NACIONAL DE
- 10 VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos.** 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).
- 15 A observação dos sintomas de edema e eritema nos animais e a anotação das respostas se efetua após 24, 48 e 72 horas após retirar as compressas. As irritações cutâneas são observadas e registradas em todos os tempos, seguindo a escala de Draize (BRITO, A. S. **Manual de ensaios toxicológicos in vivo**. Campinas, SP: Ed. da UNICAMP, 1994.; AGÊNCIA
- 20 NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos.** 2003; DRAIZE, J.H.; WOODWARD, G.; CALVERY, H.O. Methods for the study of irritation and toxicity of substances applied topically to the skin and mucous membranes. **J. Pharm. Exper. Therap.**, v. 82, n.4, p.377-390, 1944).

25

b) Irritação Dérmica Cumulativa

- No caso do ensaio para irritação cumulativa, as aplicações são feitas por um período de sete dias consecutivos, e as avaliações são feitas 24 e 48 horas após a última aplicação (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA
- 30 (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos.** 2003).
- Metodologia

No caso do ensaio para irritação cumulativa, as aplicações são feitas por um período de sete dias consecutivos, e as avaliações são feitas 24 e 48 horas após a última aplicação (n=3) (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos**. 2003).

Resultados

Nenhuma substância na concentração de 5% apresentou edema ou eritema em todos os tempos observados nas áreas normais e rasuradas conforme mostrado na figura 4.

Exemplo 19

Absortividade Molar

As características absorptivas de cada molécula foram avaliadas através da determinação de sua absorptividade molar. A eficiência dos protetores solares em um determinado comprimento de onda é função de seu coeficiente de absorptividade molar (ϵ). Assim, filtros solares que possuam altos valores de ϵ são mais eficientes em absorver a energia da radiação ultravioleta.

Nas tabelas IX e X temos o valor de absorptividade molar de cada substância no comprimento de onda onde obtiveram absorção máxima.

Nas tabelas XI e XII, temos o valor de absorptividade molar das substâncias a 305 nm, que representa o comprimento de onda intermediário da faixa UVB (290-320nm). E podemos perceber que as substâncias que apresentaram os melhores valores são 32, 33, 34, 35 e 36, indicando que elas são muito eficazes em absorverem a radiação UVB.

Tabela IX – Resultados de A1%1cm no λ máximo e de absorptividade molar nos respectivos comprimentos de onda (λ_{max}) das substâncias V1 a V19.

Substância	λ_{max}	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V1	276	47	318,19	1495,5
V2	275	22	407,21	895,9
V3	275	47	320,19	1504,9
V4	274	29	409,21	1186,7

V5	275	46	302,2	1390,1
V6	270	15	344,21	516,3
V7	274	57	304,2	1733,9
V8	272	16	346,21	553,9
V9	302	64	346,19	2215,6
V10	301	31	388,2	1203,4
V11	280	51	374,21	1908,5
V12	305	88	348,19	3064,1
V13	304	57	390,2	2224,1
V14	280	62	376,21	2332,5
V15	299	77	334,05	2572,2
V16	302	70	338,52	2369,6
V17	275	53	304,43	1613,5
V19	275	50	318,54	1592,7

Tabela X – Resultados de A1%1cm no λ máximo e de absorvidade molar nos respectivos comprimentos de onda (λ_{max}) das substâncias V20 a V37.

Substância	λ_{max}	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V20	282	708	423,66	29995,1
V21	285	29	361,59	1048,6
V23	266	316	408,61	12912,1
V24	221	499	374,56	18690,5
V25	280	51	376,58	1920,6
V26	280	77	262,35	2020,1
V27	292,5	101	260,33	2629,3
V28	245	283	408,62	11563,9
V29	275	398	408,62	16263,1
V30	245	98	362,55	3553,0
V31	229	586	430,54	25229,6
V32	294	1088	482,62	52509,1
V33	309,6	418	396,53	16575,0
V34	275,6	588	434,66	25558,0
V35	309	350	464,69	16264,2
V36	331	1167	542,67	63329,6
V37	274	641,5	366,5	23510,9

5

Tabela XI – Resultados de A1%1cm e de absorvidade molar a 305nm(λ) das substâncias V1 a V19

Substância	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
------------	--------	------------	------------

V1	27,5	318,19	875,0
V2	25,3	407,21	1030,2
V3	10,2	320,19	326,6
V4	9,6	409,21	392,8
V5	9,1	302,2	275,0
V6	15,6	344,21	537,0
V7	9,6	304,2	292,0
V8	8,8	346,21	304,7
V9	71,4	346,19	2471,8
V10	37,3	388,2	1448,0
V11	11,6	374,21	434,1
V12	97,7	348,19	3401,8
V13	83,3	390,2	3250,4
V14	9,3	376,21	349,9
V15	82	334,05	2739,2
V16	75,5	338,52	2555,8
V17	15,9	304,43	484,0
V19	8,9	318,54	283,5

Tabela XII – Resultados de A1%1cm e de absorvidade molar a 305nm(λ) das substâncias V20 a V37.

Substância	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V20	86,8	423,66	3677,4
V21	6,6	361,59	238,6
V23	48,4	408,61	1977,7
V24	62,7	374,56	2348,5
V25	10	376,58	376,6
V26	7,7	262,35	202,0
V27	75,7	260,33	1970,7
V28	137,5	408,62	5618,5
V29	54,8	408,62	2239,2
V30	65,1	362,55	2360,2
V31	0	430,54	0,0
V32	983,8	482,62	47480,2
V33	465,6	396,53	18462,4
V34	140,2	434,66	6093,9
V35	339,6	464,69	15780,9
V36	746,8	542,67	40526,6
V37	95,8	366,5	3511,07

No comprimento de onda de 320nm (tabela 12 e 13), que é o final da região UVB e início da região UVA, as substâncias mais eficazes foram 32, 33, 35 e 36. Na região UVA (320-400nm), representado pelo comprimento de onda 50nm (tabelas 14 e 15), a substância V36 demonstrou ser muito eficaz na absorção desta radiação.

Tabela XIII – Resultados de A1%1cm e de absortividade molar a 320nm(λ) das substâncias V1 a V19.

Substância	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V1	262	318,19	8336,6
V2	24,6	407,21	1001,7
V3	9,7	320,19	310,6
V4	9	409,21	368,3
V5	9	302,2	272,0
V6	13,5	344,21	464,7
V7	9	304,2	273,8
V8	8,6	346,21	297,7
V9	47,7	346,19	1651,3
V10	24,7	388,2	958,9
V11	8,1	374,21	303,1
V12	72,6	348,19	2527,9
V13	59,1	390,2	2306,1
V14	6,5	376,21	244,5
V15	55,6	334,05	1857,3
V16	51,1	338,52	1729,8
V17	14,5	304,43	441,4
V19	8,6	318,54	273,9

Tabela XIV – Resultados de A1%1cm e de absortividade molar a 320nm(λ) das substâncias V20 a V37.

Substância	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V20	44	423,66	1864,1
V21	6,3	361,59	227,8
V23	46,6	408,61	1904,1
V24	16,2	374,56	606,8
V25	6,7	376,58	252,3
V26	5,9	262,35	154,8
V27	17,4	260,33	453,0
V28	61,2	408,62	2500,8

V29	106,2	408,62	4339,5
V30	63,7	362,55	2309,4
V31	0,1	430,54	4,3
V32	403,6	482,62	19478,5
V33	384,2	396,53	15234,7
V34	9,8	434,66	426,0
V35	261	464,69	12128,4
V36	1088,4	542,67	59064,2
V37	10	366,5	366,5

Tabela XV – Resultados de A1%1cm e de absorvidade molar a 350nm(λ) das substâncias V1 a V19.

Substância	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V1	23,7	318,19	754,1
V2	22,9	407,21	932,5
V3	7,9	320,19	253,0
V4	6,6	409,21	270,1
V5	6,5	302,2	196,4
V6	9,5	344,21	327,0
V7	7,3	304,2	222,1
V8	7	346,21	242,3
V9	10,3	346,19	356,6
V10	6,9	388,2	267,9
V11	6,4	374,21	239,5
V12	7,9	348,19	275,1
V13	7,8	390,2	304,4
V14	5,7	376,21	214,4
V15	12,9	334,05	430,9
V16	10,9	338,52	369,0
V17	10,1	304,43	307,5
V19	6,3	318,54	200,7

5 Tabela XVI – Resultados de A1%1cm e de absorvidade molar a 350nm(λ) das substâncias V20 a V37.

Substância	A1%1cm	PM (g/mol)	ϵ
V20	14,7	423,66	622,8
V21	5,7	361,59	206,1
V23	17,9	408,61	731,4
V24	7,8	374,56	292,2
V25	5,7	376,58	214,7

V26	5,3	262,35	139,0
V27	5,2	260,33	135,4
V28	19,8	408,62	809,1
V29	120	408,62	4903,4
V30	7,2	362,55	261,0
V31	0	430,54	0,0
V32	1,4	482,62	67,6
V33	6,3	396,53	249,8
V34	0,8	434,66	34,8
V35	0	464,69	0,0
V36	831	542,67	45095,9
V37	0,6	366,5	21,9

Exemplo 20

FPS in vitro

A determinação do FPS in vitro tem como princípio a espectrofotometria.

- 5 Este método utiliza a equação matemática desenvolvida por Mansur, mostrada a seguir (MANSUR et al., 1986):

$$\text{FPS espectrofotométrico} = \text{FC} \cdot \sum_{320}^{290} \text{EE}(\lambda) \cdot \text{I}(\lambda) \cdot \text{Abs}(\lambda)$$

Os resultados deste teste são mostrados nas tabelas XVII e XVIII.

10

Tabela XVII - Resultados dos fatores de proteção solar (FPS) das substâncias V1 a V19 nas respectivas concentrações, utilizando etanol como solvente.

Substância	Concentração	FPS
V1	4g%	0,064
V2	5g%	0,45
V3	1g%	0,025
V4	1g%	0,029
V5	5g%	0,047
V6	5g%	0,061
V7	5g%	0,027
V8	5g%	0
V9	5g%	0,61
V10	5g%	0,39

V11	4g%	0,093
V12	5g%	0,93
V13	5g%	0,66
V14	5g%	0,72
V15	5g%	0,74
V16	1g%	0,15
V17	1g%	0
V19	5g%	0

Tabela XVIII - Resultados dos fatores de proteção solar (FPS) de V19 a V37 na concentração de 5% nos respectivos solventes

Substância	FPS	Solvente
V20	0,9	Etanol
V21	0	Etanol
V23	0,53	Etanol
V24	0,52	Etanol
V25	0,1	Etanol
V26	0,059	Etanol
V27	0,76	Etanol
V28	0,74	Etanol
V29	0,9	THF
V30	0,5	Etanol
V31	0	Etanol
V32	9,5	Clorofórmio
V33	5,2	Etanol
V34	1,7	Hexano
V35	3,3	THF
V36	7,7	DMSO
V37	1,1	THF

5

As substâncias V32, V33, V34, V35, V36 e V37 apresentaram os melhores valores de FPS. Enquanto as substâncias derivadas diretamente do LCC (V1-V19) e outras sintetizadas a partir deste (V20-V21) apresentaram valores quase nulos de FPS.

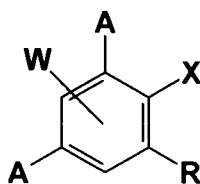
10

Reivindicações

COMPOSTOS CAPAZES DE ABSORVER RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA,
COMPOSIÇÕES CONTENDO OS MESMOS E PROCESSOS PARA SUA
PREPARAÇÃO.

5

1. Uso de compostos caracterizados pela formula (I)



(I)

10

onde **R** é alquila, alquenila, octila, pentadecila, 1-[(*E*)-1-pentadecenila, 1-[(*Z*)-8-pentadecenila, 1-[(8*Z*,11*Z*)-8,11-pentadecadienila, 1-[(8*Z*,11*Z*)-8,11,14-pentadecatrienila, cicloalquila, alquilalcoxila, cicloalquilalcoxila, alquiltioxila,
15 alquilsulfonas, alquilsulfetos, alquilsulfóxidos, alquilsulfonatos, alquilsulfonamidas, alquilamino, alquilamido, alquilhaletos, alquilcarboalcoxila, alquilcarbotoalcoxila, alquiltrihaloalcano, alquilciano, nitroalquila, azidoalquila, alcoxila, ciclolalcoxila, tioxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotoalcoxila,
20 trihaloalcano, ciano, nitro ou azido.

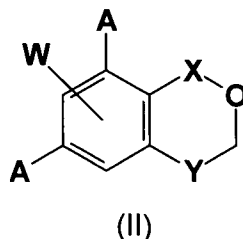
X é hidrogênio, alquilcarboxila, alquenilcarboxila, alquilcarboxilato, alquenilcarboxilato, carbotoiato, carboalcoxila, carboxamida, ácido (*E*)-2-propenóico, ácido (2*E*,4*E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1*E*,3*E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou seus ésteres alquílicos,
25 fenílicos, benzílicos, fenetílicos ou cinâmicos, lactonas, amidas, lactamas e imidas, **W**-benzoil;

A é hidrogênio ou **R₁O**

- R₁** é hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, **W**-cinamoil, crotil, **W**-benzoil, alcoxila, clicloalcoxila, tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e
- W** é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil, *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloxicinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxifenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxifenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloxicinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxifenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxifenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-

- ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro, *para*-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóxi benzoil, *para*-4-alcóxi benzoil, *para*-4-metóxi benzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alquilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il.
- como moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta.

- 15 2. Uso de compostos caracterizados pela formula (II)



- onde Y é C₁-C₈ alquil opcionalmente substituído com uma carbonila, C₁-C₈ alquenil opcionalmente substituído com uma carbonila; 8-(1-octanol), 8-(*E*)-7-octen-1-ol, 8-(*E*)-6-ceto-7-octen-1-ol.

- X é carbonila, alquilcarboxila, alquenicarboxila, (*E*)-2-propenóico, ácido (2*E*,4*E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1*E*,3*E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou suas lactonas com a cadeia lateral Y;

- A é hidrogênio ou R₁O
- 25 R₁ é hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, W-cinamoil, crotil, W-benzoil, alcoxila, clicloalcoxila,

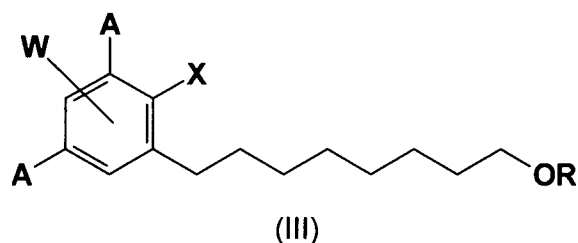
tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

- W** é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloilbenzoil, *orto*-4-alcóilbenzoil, *orto*-4-metóilbenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloilcinamoil, *orto*-4-metóilcinamoil, *orto*-3-(4-metóilfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóilfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóilfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóilfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóilfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóilfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloilbenzoil, *meta*-4-alcóilbenzoil, *meta*-4-metóilbenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloilcinamoil, *meta*-4-metóilcinamoil, *meta*-3-(4-metóilfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóilfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóilfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóilfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóilfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóilfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro,

para-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóxi benzoil, *para*-4-alcóxi benzoil, *para*-4-metóxi benzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alquilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxi fenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóxi fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il.

10 como moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta.

3. Uso de compostos caracterizados pela fórmula (III)



15

onde **X** é hidrogênio, alquilcarboxila, alquenilcarboxila, alquilcarboxilato, alquenilcarboxilato, carbotioato, carboalcoxila, carboxamida, ácido (*E*)-2-propenóico, ácido (2*E*,4*E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1*E*,3*E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou seus ésteres alquílicos, 20 fenílicos, benzílicos, fenetílicos ou cinâmicos, lactonas, amidas, lactamas e imidas, **W**-benzoil; e

A é hidrogênio ou R1O

R e **R₁** são, independentemente hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, 25 benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, **W**-cinamoil, crotil, **W**-benzoil, alcoxila, clicloalcoxila, tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

W é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil, *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloxicinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloxicinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro, *para*-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóxibenzoil, *para*-4-alcóxibenzoil, *para*-4-metóxibenzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil,

para-alquilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il.

como moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta.

10 4. Uso, de acordo com qualquer das reivindicações acima, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 400 nm.

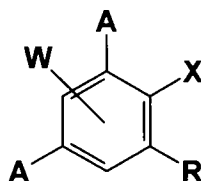
15 5. Uso, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 280 nm.

20 6. Uso, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 320 nm.

25 7. Uso, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 320 nm a aproximadamente 400 nm.

8. Uso, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 400 nm.

9. Composição fotoprotetora caracterizada por compreender pelo menos um composto de formula (I)



(I)

5

onde **R** é alquila, alquenila, octila, pentadecila, 1-[(*E*)-1-pentadecenila, 1-[(*Z*)-8-pentadecenila, 1-[(8*Z*,11*Z*)-8,11-pentadecadienila, 1-[(8*Z*,11*Z*)-8,11,14-pentadecatrienila, cicloalquila, alquilalcoxila, cicloalquilalcoxila, alquiltioxila, alquilsulfonas, alquilsulfetos, alquilsulfóxidos, alquilsulfonatos, alquilsulfonamidas, alquilamino, alquilamido, alquilhaletos, alquilcarboalcoxila, alquilcarbotoalcoxila, alquiltrihaloalcano, alquilciano, nitroalquila, azidoalquila, alcoxila, ciclolalcoxila, tioxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotoalcoxila, trihaloalcano, ciano, nitro ou azido.

15 **X** é hidrogênio, alquilcarboxila, alquenilcarboxila, alquilcarboxilato, alquenilcarboxilato, carbotoiato, carboalcoxila, carboxamida, ácido (*E*)-2-propenóico, ácido (2*E*,4*E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1*E*,3*E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou seus ésteres alquílicos, fenílicos, benzílicos, fenetílicos ou cinâmicos, lactonas, amidas, lactamas e imidas, **W**-benzoil;

A é hidrogênio ou **R₁O**

R₁ é hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, **W**-cinamoil, crotil, **W**-benzoil, alcoxila, cicloalcoxila, tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotoalcoxila, trihaloalcano; e

25

W é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-

sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil,

5 *orto*-4-alquiloxicinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxifenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxifenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-

10 1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido,

15 *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloxicinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxifenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-

20 1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxifenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro, *para*-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóxibenzoil, *para*-4-alcóxibenzoil, *para*-4-metóxibenzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil,

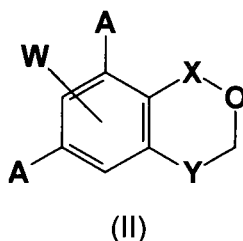
25 *para*-alquilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóxifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-

30

propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-fenóxifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2H-
5 benzo[d][1,2,3]triazol-2-il;

em um veículo farmaceuticamente aceitável.

10. Composição fotoprotetora caracterizada por compreender pelo menos um composto de formula (II)



10

onde **Y** é C₁-C₈ alquil opcionalmente substituído com uma carbonila, C₁-C₈ alquênil opcionalmente substituído com uma carbonila; 8-(1-octanol), 8-(*E*)-7-octen-1-ol, 8-(*E*)-6-ceto-7-octen-1-ol.

15

X é carbonila, alquilcarboxila, alquenicarboxila, (*E*)-2-propenóico, ácido (2*E*,4*E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (1*E*,3*E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou suas lactonas com a cadeia lateral **Y**;

A é hidrogênio ou **R₁O**

20

R₁ é hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acetil, **W**-cinamoil, crotil, **W**-benzoil, alcoxila, clcicloalcoxila, tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

25

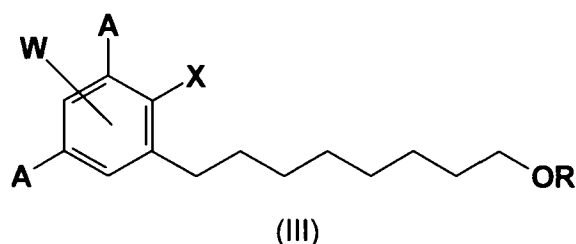
W é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-

ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloibenzoil, *orto*-4-alcóibenzoil, *orto*-4-metóibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloibencinamoil, *orto*-4-metóibencinamoil, *orto*-3-(4-metóifenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóifenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóifenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóifenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóifenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóifenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloibenzoil, *meta*-4-alcóibenzoil, *meta*-4-metóibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloibencinamoil, *meta*-4-metóibencinamoil, *meta*-3-(4-metóifenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóifenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóifenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóifenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóifenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóifenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro, *para*-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóibenzoil, *para*-4-alcóibenzoil, *para*-4-metóibenzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alquilóibencinamoil ou *para*-4-metóibencinamoil, *para*-3-(4-metóifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóifenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóifenil)-1,3-

propanodiona, *para*-3-(4-fenóxi-fenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2H-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il;
em um veículo farmacêuticamente aceitável.

5

11. Composição fotoprotetora caracterizada por compreender pelo menos um composto de fórmula (III)



10

onde **X** é hidrogênio, alquilcarboxila, alquenilcarboxila, alquilcarboxilato, alquenilcarboxilato, carbotioato, carboalcoxila, carboxamida, ácido (*E*)-2-propenóico, ácido (*2E,4E*)-2,4-pentadienóico, ácido sulfoxila, (*E*)-1-eteno-1-sulfônico, ácido (*1E,3E*)-1,3-butadieno-1-sulfônico ou seus ésteres alquílicos, fenílicos, benzílicos, fenetílicos ou cinâmicos, lactonas, amidas, lactamas e imidas, **W**-benzoil; e

A é hidrogênio ou R₁O

R e **R₁** são, independentemente hidrogênio, alquila, cicloalquila; fenil, furil, tiofenil, piridinil, pirimidinil, pirrolil, tiazolil, quinazolil ou isoquinolil, benzimidazolil, benzoxazolil, benzotioazolil, acil, acetil, **W**-cinamoil, crotil, **W**-benzoil, alcoxila, clicloalcoxila, tioxila, ariloxila, sulfonas, sulfetos, sulfóxidos, sulfonatos, sulfonamidas, amino, amido, haletos, carboalcoxila, carbotioalcoxila, trihaloalcano; e

W é hidrogênio, *orto*-alquila, *orto*-cicloalquila, *orto*-alcoxila, *orto*-cicloalcoxila, *orto*-tioxila, *orto*-ariloxila, *orto*-sulfonas, *orto*-sulfetos, *orto*-sulfóxidos, *orto*-sulfonatos, *orto*-sulfonamidas, *orto*-amino, *orto*-amido, *orto*-haletos, *orto*-carboalcoxila, *orto*-carbotioalcoxila, *orto*-carboxamido, *orto*-trihaloalcano, *orto*-

25

ciano, *orto*-nitro, *orto*-acil, *orto*-acetil, *orto*-benzoil, *orto*-4-alquiloxibenzoil, *orto*-4-alcóxibenzoil, *orto*-4-metóxibenzoil, *orto*-4-dimetilaminobenzoil, *orto*-cinamoil, *orto*-4-alquiloxicinamoil, *orto*-4-metóxicinamoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *orto*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *orto*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *meta*-alquila, *meta*-cicloalquila, *meta*-alcoxila, *meta*-clicloalcoxila, *meta*-tioxila, *meta*-ariloxila, *meta*-sulfonas, *meta*-sulfetos, *meta*-sulfóxidos, *meta*-sulfonatos, *meta*-sulfonamidas, *meta*-amino, *meta*-amido, *meta*-haletos, *meta*-carboalcoxila, *meta*-carbotioalcoxila, *meta*-carboxamido, *meta*-trihaloalcano, *meta*-ciano, *meta*-nitro, *meta*-acil, *meta*-acetil, *meta*-benzoil, *meta*-4-alquiloxibenzoil, *meta*-4-alcóxibenzoil, *meta*-4-metóxibenzoil, *meta*-4-dimetilaminobenzoil, *meta*-cinamoil, *meta*-4-alquiloxicinamoil, *meta*-4-metóxicinamoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *meta*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-fenóxfenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *meta*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il, *para*-alquila, *para*-cicloalquila, *para*-alcoxila, *para*-clicloalcoxila, *para*-tioxila, *para*-ariloxila, *para*-sulfonas, *para*-sulfetos, *para*-sulfóxidos, *para*-sulfonatos, *para*-sulfonamidas, *para*-amino, *para*-amido, *para*-haletos, *para*-carboalcoxila, *para*-carbotioalcoxila, *para*-carboxamido, *para*-trihaloalcano, *para*-ciano, *para*-nitro, *para*-acil, *para*-acetil, *para*-benzoil, *para*-4-alquilóxibenzoil, *para*-4-alcóxibenzoil, *para*-4-metóxibenzoil, *para*-4-dimetilaminobenzoil, *para*-cinamoil, *para*-alquilóxicinamoil ou *para*-4-metóxicinamoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-alcóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-fenóxfenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-aminofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-amidofenil)-3-oxo-propanoil, *para*-3-(4-metóxfenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-alcóxfenil)-1,3-

propanodiona, *para*-3-(4-fenóxifenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-aminofenil)-1,3-propanodiona, *para*-3-(4-amidofenil)-1,3-propanodiona, *para*-2*H*-benzo[d][1,2,3]triazol-2-il;

em um veículo farmacêuticamente aceitável.

5

12. Composição fotoprotetora, de acordo com as reivindicações 9, 10 ou 11, caracterizada por ser destinada a proteger superfícies e/ou composições.

10 13. Composição fotoprotetora, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pela superfície a ser protegida compreender pele, cabelos e/ou unhas.

15 14. Composição fotoprotetora, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que a superfície a ser protegida é selecionada do grupo que compreende móveis, equipamentos, superfícies industriais, superfícies residenciais, automóveis, superfícies plásticas, superfícies de madeira e combinações das referidas superfícies.

20 15. Composição fotoprotetora, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que a referida composição é selecionada do grupo que compreende tintas, vernizes e/ou revestimentos afins, composições plásticas e/ou misturas dos mesmos, produtos cosméticos, farmacêuticos e/ou misturas dos mesmos.

25 16. Composição, de acordo com a reivindicação 12, caracterizada pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 400 nm.

30 17. Composição, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 280 nm.

18. Composição, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 320 nm.
- 5 19. Composição, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 320 nm a aproximadamente 400 nm.
- 10 20. Composição, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a absorção de radiação ocorre no comprimento de onda correspondente à faixa de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 400 nm.
- 15 21. Processo de produção das moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado por compreender a transformação do líquido da castanha de caju por pelo menos uma etapa reacional escolhida dentre:
- O-alkilação
 - O-esterificação/ Lactonização;
 - C-alkilação *via* enolatos
 - 20 - Esterificação de FISCHER
 - Condensação de KNOEVENAGEL
 - Condensação de DOEBNER
 - Ozonólise;
 - Hidrogenação catalítica com Pd/C;
 - 25 - Oxidação;
 - Alquilação de FRIEDEL-CRAFTS;
 - Rearranjo de FRIES;
 - Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN
 - Reação de GRIGNARD;
 - 30 - Formilação;
 - Sulfonação;

22. Processo de produção das moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por originar um composto de fórmula (I) e compreender pelo menos uma das seguintes etapas:

- 5 - Esterificação ou eterificação das hidroxilas fenólicas dos cardóis saturados e insaturados;
- Hidrogenação catalisada com Pd/C;
- Formilação com cianeto de zinco [Zn(CN₂)] em THF/éter etílico com borbulhamento de HCl gasoso
- 10 - Oxidação seletiva ao ácido correspondente com clorito de sódio;
- Esterificação de FISCHER;
- Condesação de DOEBNER do aldeído com ácido malônico e seus ésteres derivados em piridina catalisada por piperidina;
- Rearranjo de FRIES de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto
- 15 de alumínio anidro;
- Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- 20 - Reação de C-acilação, *via* enolatos, de derivados acetofenônicos com haletos de benzoíla e cinamoíla W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de FRIEDEL-CRAFTS dos O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto
- 25 de alumínio anidro;
- Reação de GRIGNARD com haletos de ácidos misto e haletos de fenilmagnésio;

23. Processo de produção das moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por originar um

30

composto de fórmula (II) e compreender pelo menos uma das seguintes etapas:

- Esterificação ou eterificação das hidroxilas fenólicas dos cardóis saturados e insaturados do LCC;
- 5 - Ozonólise;
- Redução com NaBH_4 ;
- Reação de GATTERMANN - Formilação com cianeto de zinco $[\text{Zn}(\text{CN}_2)]$ em THF/éter etílico com borbulhamento de HCl gasoso;
- Oxidação seletiva ao ácido correspondente com clorito de sódio;
- 10 - Esterificação de FISCHER;
- Condensação de DOEBNER do aldeído com ácido malônico e seus ésteres derivados em piridina catalisada por piperidina;
- Rearranjo de FRIES de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- 15 - Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de C-acilação, *via* enolatos, de derivados acetofenônicos com haletos de benzoíla e cinamoíla W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- 20 - Reação de FRIEDEL-CRAFTS dos O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- 25 - Reação de GRIGNARD com haletos de ácidos misto e haletos de fenilmagnésio;
- Lactonização catalisada por iodeto de 2-cloro-1-metilpiridínio.

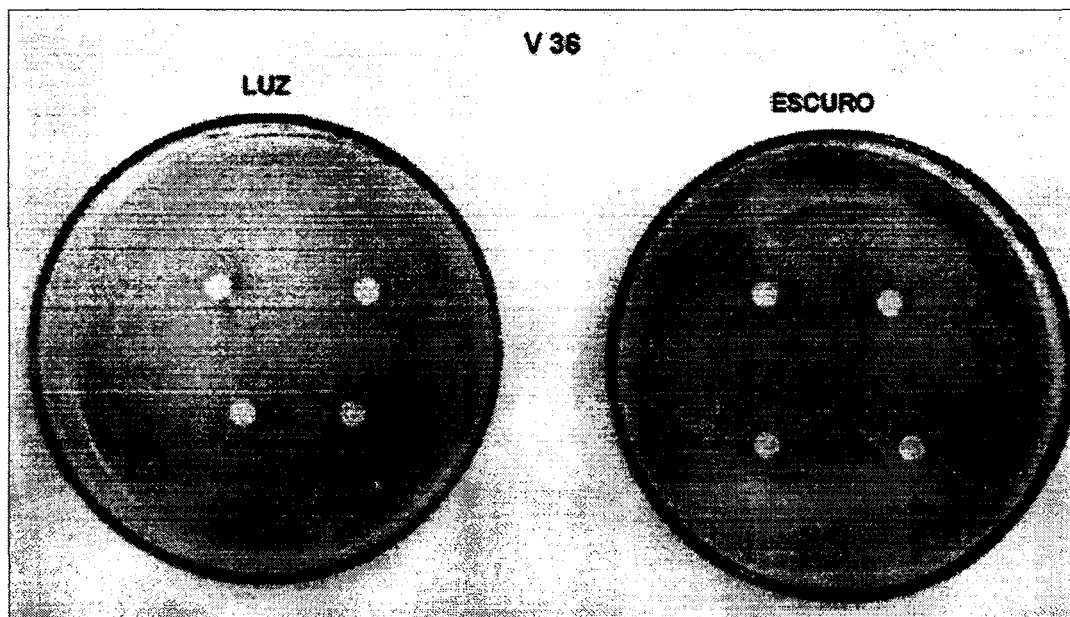
24. Processo de produção das moléculas capazes de absorver radiação
30 ultravioleta, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por originar um

composto de fórmula (III) e compreender pelo menos uma das seguintes etapas:

- Esterificação ou eterificação das hidroxilas fenólicas dos cardóis saturados e insaturados;
- 5 - Ozonólise;
- Redução com NaBH_4 ;
- Reação de GATTERMANN - Formilação com cianeto de zinco $[\text{Zn}(\text{CN}_2)]$ em THF/éter etílico com borbulhamento de HCl gasoso;
- Oxidação seletiva ao ácido correspondente com clorito de sódio;
- 10 - Esterificação de FISCHER;
- Condensação de DOEBNER do aldeído com ácido malônico e seus ésteres derivados em piridina catalisada por piperidina;
- Rearranjo de FRIES de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- 15 - Rearranjo de BAKER-VENKATARAMAN de derivados O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- Reação de C-acilação, *via* enolatos, de derivados acetofenônicos com haletos de benzoíla e cinamoíla W-substituídos catalizado por bases e.g hidróxido de sódio;
- 20 - Reação de FRIEDEL-CRAFTS dos O-acilados e.g O-benzoatos e O-cinamatos W-substituídos catalizado por ácidos de Lewis e.g cloreto de alumínio anidro;
- Reação de GRIGNARD com haletos de ácidos misto e haletos de fenilmagnésio;
- 25 - Esterificação do álcool primário da cadeia lateral com anidrido misto ou cloreto de ácidos.

Figuras

Figura 1



5

Figura 2

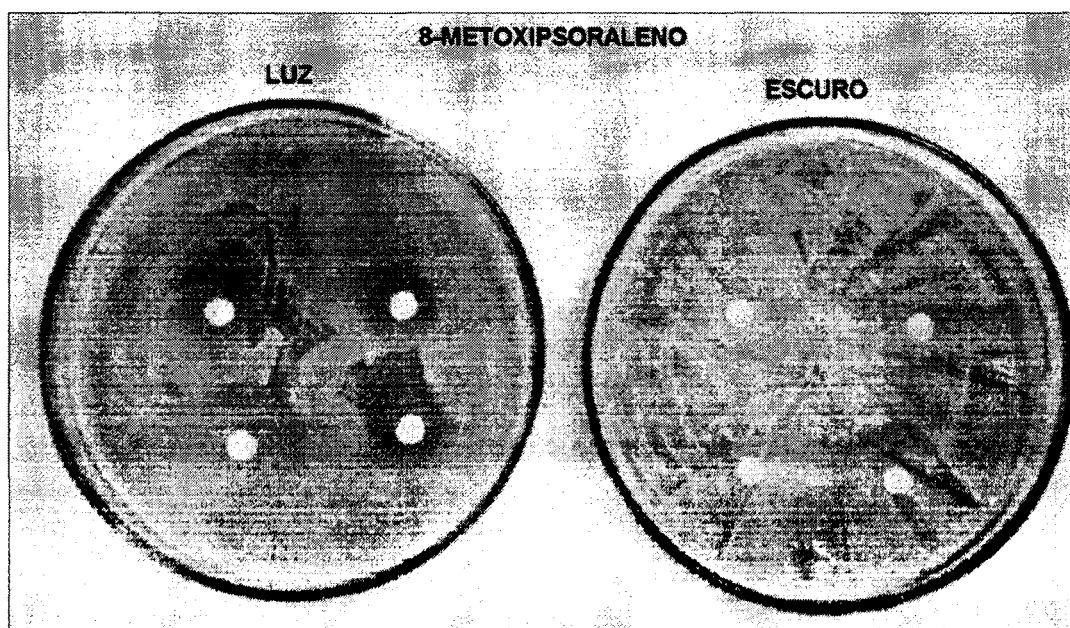


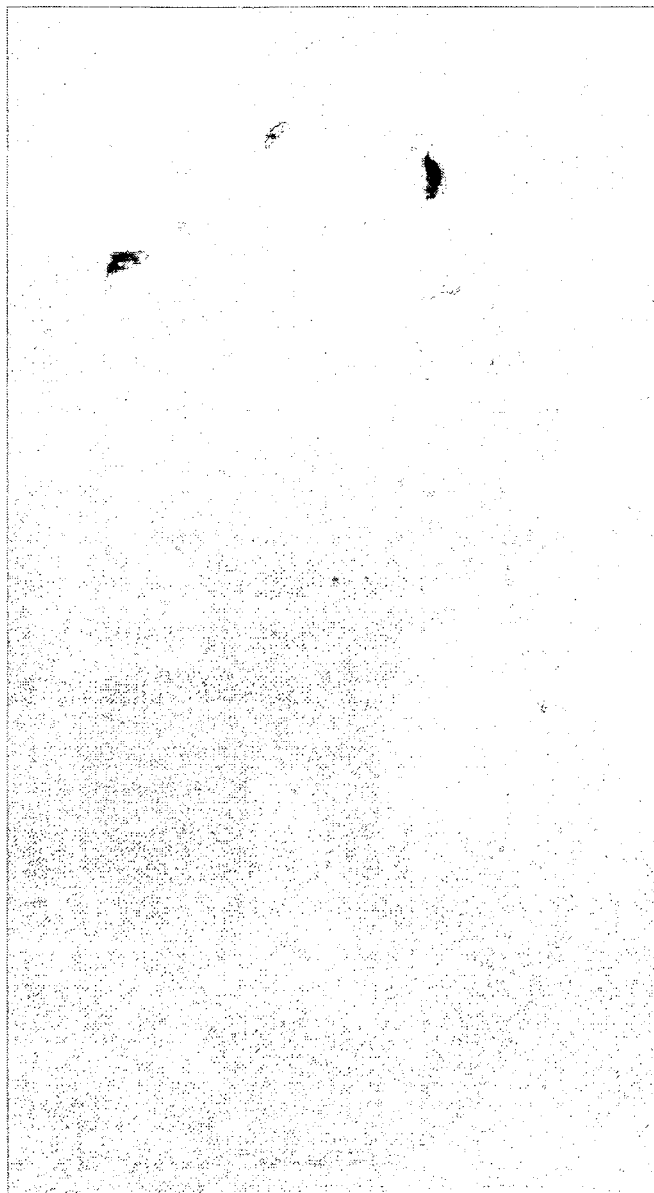
Figura 3

Figura 4

Resumo

(COMPOSTOS CAPAZES DE ABSORVER RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA,
COMPOSIÇÕES CONTENDO OS MESMOS E PROCESSOS PARA SUA
PREPARAÇÃO.)

5

A presente invenção trata de moléculas capazes de absorver radiação ultravioleta obtidas a partir de modificações no líquido da castanha de caju; são também descritas composições destinadas à proteção de superfícies e processos químicos para a produção das referidas moléculas.